

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ РИСА»**

**На правах рукописи**

**Бруяко  
Виктория Николаевна**

**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СОРТООБРАЗЦОВ РИСА ПО ТЕМПАМ  
РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ**

**по специальности 06.01.05 – селекция и семеноводство  
сельскохозяйственных растений**

**диссертация  
на соискание учёной степени  
кандидата биологических наук**

**Научный руководитель:  
доктор биологических наук  
Гончарова Ю.К.**

**Краснодар, 2016**

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Темпы роста растений и использование признака в практической селекции риса (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	13
1.1. Фазы развития растений риса .....	14
1.2. Формирование семени.....	19
1.3. Полиморфизм российских сортов по скорости роста.....	21
1.3.1. Темпы роста проростков в фазу всходов .....	21
1.3.2. Прорастание семян риса в условиях пониженных температур, а так же при недостатке кислорода.....	26
1.4. Взаимосвязь скорости роста и продуктивности растений.....	27
1.4.1. Сбалансированный рост корней и побегов растений риса .....	29
1.4.2. Влияние глубины затопления семян на жизнеспособность проростков.....	31
1.5. Влияние стрессовых факторов на скорость роста и продуктивность риса .....	33
1.6. Взаимосвязь темпов роста проростков и гетерозиса.....	41
1.7 Генетика признаков, определяющих темпы роста проростков.....	42
1.7.1 Применение молекулярного маркирования в селекции.....	46
1.7.2 Молекулярное маркирование признака «скорость роста» .....	50
2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	57
2.1. Материалы для исследования.....	57
2.2. Почвенно-климатические условия проведения исследований.....	57
2.3. Методы проведения исследований.....	59
2.3.1. Методы проведения лизиметрических опытов.....	59
2.3.2. Отбор растений для анализа по фазам вегетации.....	61
2.3.3. Выращивание растений для выделение линий с высокой	

скоростью роста и продуктивностью растений.....	62
2.3.4. Методика изучения темпов роста в лабораторном опыте.....	63
2.3.5. Маркирование сортов риса.....	63
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	68
3.1. Полиморфизм российских сортов по темпам роста .....	68
3.2. Полиморфизм по темпам роста итальянских сортов.....	74
3.3. Полиморфизм по признаку «скорость роста» сортов зарубежной селекции.....	78
3.4. Сравнительный анализ темпов роста российских сортов по группам.....	82
3.5. Выделение образцов с высокой скоростью роста на конкурсном сортоиспытании (КСИ), контрольном питомнике (КП) и селекционном питомнике (СП).....	98
3.6. Изучение генетической системы, определяющей темпы роста.....	103
3.6.1. Изучение полиморфизма российских сортов по маркерам генов, определяющим темпы роста.....	104
3.6.2. Дифференциация российских сортов в группы с различными темпами роста.....	106
3.6.3. Изучение генетической системы, определяющей высокую скорость роста coleoptilya, длины зародышевого корешка и массу проростка.....	108
3.7. Кластеризация российских сортов риса по совокупности маркеров, разделяющих группы сортов с различными темпами роста.....	121
ВЫВОДЫ.....	124
ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ.....	126
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	128
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	155

## ВВЕДЕНИЕ

Зерновые, в число которых входят пшеница, ячмень, кукуруза и рис, по продуктивным и пищевым качествам относятся к наиболее ценным сельскохозяйственным культурам и являются основным продуктом питания во многих регионах мира (<http://www.zol.ru/review/show.php?data=122515>). В настоящее время стало очевидно, что рост населения земного шара значительно опережает производство зерна, и по прогнозам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН к 2050 г. выпуск сельскохозяйственной продукции в мировом масштабе должен быть увеличен не менее чем на 70 % (Tester, Langridge, 2010; Pardey, 2011; <http://faostat.fao.org>). Возрастающие потребности в зерне, включая и сырье для создания биотоплива, можно удовлетворить за счет повышения урожайности, интенсивности земледелия и внедрения новых технологий. Сокращение генетического разнообразия современных сортов, снижение иммунитета к болезням и насекомым, загрязнение окружающей среды в связи с применением пестицидов, а также ухудшение качества земельных ресурсов - все эти факторы приводят к тому, что урожайность зерновых культур увеличивается более медленными темпами, чем рост населения (<http://faostat.fao.org>).

Происходящие эффекты роста в растениях риса являются важными в течение всего периода развития. Если растение нездорово во время любого периода роста и развития, синтез зерна на растении ограничен (Костылев П.И., 2008; Гущин Г.Г., 1938).

Урожайность риса варьирует от 1 т/га в очень плохих условиях, на богарных землях и до 10 т/га – в интенсивных умеренных орошаемых системах. Рис растет в широком ареале, при воздействии многих факторов и продуктивен во многих условиях, когда другие культуры не могут сохранять урожайность (<http://faostat.fao.org>).

Следует отметить, что проблема дефицита воды для возделывания не только риса, но и других сельскохозяйственных культур, носит достаточно постоянный характер (Аксенова Л., 2002). Однако практически все рисовые оросительные системы в крае строились в основном в плавневой зоне, на землях с высокой степенью их подтопления; на почвах, которые засолены и малопригодны для возделывания других культур. Ученые, основываясь на опыте перевода рисовых земель в богарные в Крымском и Белореченском районах, приходят к выводу, что альтернативы сохранения рисоводства для 550 тысячного населения Низовий Кубани нет (Аксенова Л., 2002; Аксенов Г.В., 2002).

Российская Федерация является самым северным в мире рисосеющим регионом. Его посевы доходят до 48° северной широты, что приводит к постановке вопроса о периоде вегетации районированных сортов риса (Костылев П.И., 2004).

По производству риса Дагестан занимает четвертое место в России, уступая Ростовской области и приморскому краю (рисунок 1). Производство данной культуры в республике за два года увеличилось почти в два раза и в резерве растениеводства является одним из перспективных и приоритетных направлений сельского хозяйства. Основные площади риса сосредоточены в северной зоне республики – Кизлярском, Бабаюртовском, Тарумовском и Хасавюртовском районах (<http://www.riadagestan.ru>).

Совсем понемногу риса собирают в Чечне, в Калмыкии, Ростовской, Астраханской областях и в Приморском крае. А самое большое количество (80 %) риса выращивают в Краснодарском крае (рисунок 1), здесь благоприятные природные условия для этой культуры - самый продолжительный теплый летний период.

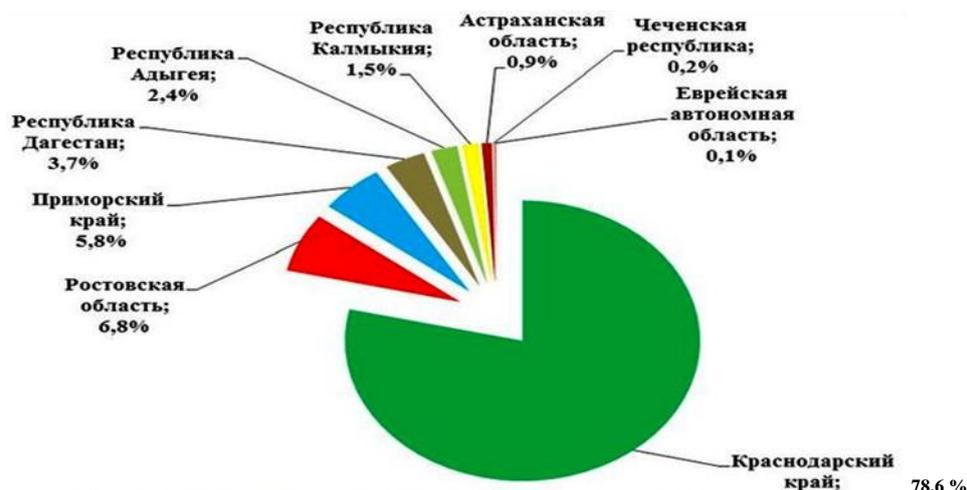


Рисунок 1 – Доля регионов в общем объеме производства риса

В настоящее время Ростовская область утратила лидирующее положение в производстве зерна риса. Тем не менее, следует отметить, что за период 2000-2004 гг. посевные площади риса в Ростовской области снижались с 13,0 тыс. га до 8,7 тыс. га. А с 2005 г. до 2012 года наблюдается устойчивая тенденция увеличения посевных площадей до 13-17 тыс. га. Валовой сбор зерна за этот период увеличился с 44,5 до 65,1 тыс. т. (Макаров В.В., 2012).

Природно-климатические условия позволяют возделывать эту культуру не только на землях Приморского края, но и на некоторых территориях Амурской области, ЕАО, юга Хабаровского края. В общей сложности, по оценкам ученых, на Дальнем Востоке имеется около 400 тыс. га, пригодных для выращивания риса. Правда, потенциал этот в полной мере не используется (<http://www.zrpress.ru>).

У всех районированных отечественных сортов риса продолжительность периода вегетации варьирует от 90 до 130 дней. В условиях Северного Кавказа безморозный период обеспечивает вызревание сортов в течение вегетации до 130 дней (Воробьев Н.В., Скаженник М.А., Ульянов Д.В., 2001).

В Калмыцкой республике, Астраханской и Ростовской областях этот период сокращен до 120 дней. На Дальнем Востоке продолжительность периода вегетации риса ограничивается 110 днями

(Молчанов В.Н., 1972, Мосина С.Б., 1968).

Поэтому селекционные программы должны строиться с учетом местных эколого-географических условий зон возделывания риса. В связи с этим особая роль должна быть отведена сроку созревания растений (Chandraratha M.F., 1961).

В литературных источниках имеются сведения о продолжительности периода роста риса, наследовании признаков и изменчивости в различных поколениях гибридов (Bhide R.K., 1926, Chandraratha M.F., 1955, Chandraratha M.F., 1961, Chang T.T., 1964, Ganashan P., 1976, Enings P.R., 1966).

С 2006 по 2016 гг. в Краснодарском крае районированы новые сорта риса с различным периодом вегетации: Анаит, Атлант, Виолета, Гамма, Гарант, Кумир, Новатор, Сонет, Флагман, Южный, Янтарь, Визит, Гагат, Диамант, Ивушка, Крепыш, Кураж, Мавр, Олимп, Победа 65, Привольный - 4, Рубин, Рыжик, Фаворит, Шарм, Южная ночь (каталог сортов, 2007 и 2015).

**Актуальность работы.** Высокая скорость роста на ранних этапах развития это один из интегральных признаков, который в дальнейшем обеспечивает сорту целый ряд физиологических преимуществ. Быстрое развитие корневой системы обеспечивает преимущество по интенсивности поглощения минеральных веществ, скорости формирования фотосинтетического аппарата. Важность изучения скорости роста зародышевого корня и стебля трудно переоценить, так как данные признаки обеспечивают быстрое прохождения фазы, чувствительной к: засолению, холоду, засухе и так далее, тем самым повышая адаптивность к различным стрессам. Кроме того, выращивание риса по энергосберегающим технологиям без применения гербицидов или с использованием их ограниченного количества требует создания сортов риса с высокими темпами роста на начальных этапах развития.

Высокая скорость роста может быть индикатором наличия гетерозиса в комбинации, так как он проявляется уже на ранних фазах развития растений в виде повышенной скорости мобилизации и превращения запасных веществ (Сривастава Х.К., 1987). Однако до сих пор проводятся единичные исследования для улучшения характеристик проростка (Takane M. et al, 1997).

Гетерозисные гибриды риса, как правило, имеют большее число, длину, разветвленность зародышевых корешков (Bastawisi A.O., 2002).

**Цель исследований:** Провести дифференциацию сортов, выделить сорта источники признака «высокая скорость роста coleoptilya» и «длина зародышевого корешка», изучение генетических систем признаков методом маркерной селекции для дальнейшего использования в гетерозисной и традиционной селекции.

**Задачи исследований:**

1. Изучить полиморфизм по темпам роста сортов российской и зарубежной селекции.
2. Провести отбор высокопродуктивных растений с высокой скоростью роста в популяциях гибридов.
3. Провести сравнительный анализ признаков, характеризующих темпы роста сортов российской и зарубежной селекции.
4. Провести сравнительный анализ признаков, характеризующих темпы роста сортов российской селекции районированных в разные годы.
5. Провести анализ темпов роста проростка в группах сортов с различной формой зерновки, содержанием крахмала, окраской перикарпа.
6. Выделить сорта источники признака «высокая скорость роста зародышевого корешка» среди российских и зарубежных образцов.
7. Выделить сорта источники признака «высокая скорость роста coleoptilya» среди российских и зарубежных образцов.

8. Изучить дифференциацию сортов различных групп спелости по темпам роста проростка. Выявить группы сортов, в которых поиск источников признака будет максимально эффективным. Определить группы, в которых необходимо интенсифицировать селекцию по признаку.
9. Изучить полиморфизм российских сортов по 58 маркерам, распределенным по геному риса.
10. Выделить среди маркеров достоверно разделяющие группы сортов российской селекции по признакам, характеризующим темпы роста проростка. Выявить хромосомные регионы, связанные с разделением групп сортов российской селекции по признакам, характеризующим темпы роста проростка.

**Научная новизна.** Заключается в изучении сортов отечественной и зарубежной селекции по темпам роста и развития растений, то есть дифференциации сортов по «скорости роста зародышевого корешка и колеоптиля» методами молекулярного маркирования. Российские сорта обладают высокой адаптивностью к различным стрессам, однако не было достоверно изучено, за счет каких механизмов это достигается, а также по локализации генов, расположенных на хромосомных участках. Однако до сих пор нет информации по полиморфизму локусов, определяющих их у сортов российской селекции.

Изучение и дифференциация сортов по признакам «скорость роста колеоптиля» и «длина корешка» различных групп спелости по форме зерновки российских и эксклюзивных сортов, также в применении методов молекулярного маркирования для скрининга сортов российской селекции по скорости роста.

**Практическая значимость результатов исследований.** Заключается в изучении сортов риса в качестве родительских форм для получения гибридов с высокой скоростью роста растений. Выявление хромосомных регионов, связанных с темпами роста российских сортов

риса, позволяет упростить процесс скрининга отбираемых элитных растений в гибридных популяциях, а также подборе родительских пар для гибридизации в селекции на этот признак.

Анализ темпов роста проростка в выделенных группах с различным периодом вегетации, формой зерновки и окраской перикарпа, показал необходимость работы над улучшением выше перечисленных признаков у сортов позднего срока созревания (длиннозерных, глютинозных, с окрашенным перикарпом). На основании проведенных исследований рекомендуется проводить посев сортов длиннозерных, глютинозных, с окрашенным перикарпом на наиболее выровненных чеках.

Дифференцированы по темпам роста российские сорта различных групп спелости, районированные в разные годы, с различной формой зерновки, типом крахмала и окраской перикарпа.

Проведен сравнительный анализ признаков, характеризующих темпы роста сортов российской и зарубежной селекции.

Выделены два маркера: RM 242 и RM 126 расположенные соответственно на 4 и 9 хромосомах достоверно разделяющие группы сортов российской селекции по признаку «скорость роста зародышевого корня».

Выявлены оптимальные условия выращивания эксклюзивных сортов для повышения их биологического потенциала продуктивности.

В результате работы выделены образцы источники признака «высокая скорость роста зародышевого корешка» и «высокая скорость роста coleoptilya» у сортов российской и зарубежной селекции (итальянской и китайской).

**Методы исследований.** Исследования проводились лизиметрическим, полевым и лабораторным методами. Фенологические наблюдения за растениями, биометрический анализ и уборка урожая проводились по методике, принятой в ФГБНУ «ВНИИ риса». Лабораторные опыты проводились с 2013 по 2015 годы, полевые и

лизиметрические – 2014-2015 годы. Экспериментальные данные обрабатывали с помощью программы Statistica 6.0.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

Полиморфизм по скорости роста сортов российской и зарубежной селекции.

Сравнительный анализ признаков, характеризующих темпы роста сортов российской и зарубежной селекции.

Хромосомные регионы, связанные с разделением групп сортов российской селекции по признакам, характеризующим темпы роста проростка.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы рассматривались на заседаниях методической комиссии ФГБНУ «ВНИИ риса» (2014–2015 гг.), также были представлены на научно-практических конференциях: XIII Международный симпозиум «Охрана био-ноосферы. Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье.» (г. Алушта, 2014 г.); II и III Международная научно-практическая конференция «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологической безопасности сельскохозяйственной и пищевой продукции» (г. Краснодар, 2014, 2015 гг.); II Международная научно-практическая конференция молодых ученых, преподавателей, аспирантов, студентов «Инновационные разработки молодых ученых для развития агропромышленного комплекса России и стран СНГ» (г. Краснодар, 2014 г.); Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Повышение эффективности сельскохозяйственной науки в современных условиях» (г. Орел, 2015 г.); Международная научная Интернет-конференция «Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом» (г. Краснодар, 2015 г.); научно-практическая конференция Кубанского отделения ВОГиС «Вклад вавилонского общества генетиков и селекционеров в инновационное

развитие Российской Федерации» (г. Краснодар, КубГАУ, 2015 г.); I Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды научно-практические аспекты рационального природопользования» (с. Соленое Займище, 2016 г.), Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Современные технологии в сельскохозяйственной науке и производстве (посвящается 130-летию со дня рождения А.П. Шерудихина)» (Саратов, 2016 г.). А также в трех журналах: «Рисоводство» (г. Краснодар, 2014 г.); Труды Кубанского государственного аграрного университета «Пути повышения конкурентоспособности отечественных сортов, семян, посадочного материала и технологий в условиях мирового рынка» (г. Ялта, 2015 г.); Научный журнал КубГАУ (Краснодар, 2016 г.).

#### **Публикации.**

Результаты диссертационной работы изложены и опубликованы в 34 статьях, из них 2 статьи опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

#### **Структура и объем работы.**

Диссертационная работа изложена на 153 листах страниц. Работа состоит из введения, трех глав, выводов, предложений производству и списка использованной литературы, состоящего из 254 источников (132 – российских и 122 – иностранных авторов). Работа включает 38 таблиц, 46 рисунков и 12 приложений.

## **1. Темпы роста растений и использование признака в практической селекции риса (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

Сила роста риса – количество здоровых ростков (%), вышедших на поверхность на 10-е сутки, или масса зеленых проростков в пересчете на 100 ростков (в граммах). Семена проращивают в условиях, максимально приближенным к полевым, - присыпают слоем песка или почвы, который ростки должны преодолеть (Ерыгин И.О., 1981).

Всхожесть риса – количество нормально проросших семян, выраженное в процентах к пробе, взятой для анализа. К нормально проросшим относятся семена, которые имеют корешок не менее длины семени и росток не менее половины длины семени. Всхожесть бывает лабораторная (нормируется стандартом) и полевая (Ерыгин О.П., 1981).

Лабораторная всхожесть определяется после проращивания семян в течение 7-8 суток в термостате в специальных растильнях, заполненных увлажненным прокаленным песком, или чашках Петри, дно которых простилают увлажненной фильтровальной бумагой, при температуре 20-22 °С (Ерыгин И.О., 1981).

Полевая всхожесть – это количество появившихся всходов, выраженное в процентах к числу высеянных всхожих семян. Так как в поле невозможно создать оптимальные условия, как в лаборатории, то полевая всхожесть обычно ниже лабораторной. В среднем полевая всхожесть составляет для зерновых 60-70 % (Ерыгин П.С., 1981).

На эмбриональной стадии рост органов риса происходит за счет увеличения числа клеток в процессе деления. Объем при таком росте увеличивается незначительно в силу того, что общее количество меристематических клеток в растущей части органа остается почти одинаковым. Стадия растяжения характеризуется заметным увеличением размеров вакуолей и оболочек и объема клеток в целом. Заканчивается рост стадией дифференциации, во время которой размеры клеток и объем

органа практически не изменяются, лишь у некоторых тканей отмечается утолщение клеточных оболочек (Ерыгин П.С., 1981).

## **1.1 Фазы развития растений риса**

Вегетационный период риса подразделяется на следующие фазы: прорастание семян, всходы, кущение, выход в трубку, выметывание (цветение) и созревание (Алешин Е.П., 1986). В разные фазы вегетации изменяются требования растений риса к питательным веществам, теплу и другим климатическим условиям (Курсанов А.Л., 1973, 1976, 1986).

У риса, как и других злаковых культур, урожайность зерна определяется значениями нескольких составных компонентов, которые последовательно и взаимосвязано формируются в ходе онтогенеза (Снигирь Е.А., 2013). Первым из компонентов продуктивности по времени формирования боковых побегов является густота стояния растений, которая определяется нормой высева семян, их полевой всхожестью (Кучеренко В.В., 1971) и выживаемостью растений (Кюрджиева В., 1956, Воробьев, Н.В., 2003, 2011.). Однако все эти процессы в значительной степени зависят от генотипа, роль которого в формировании компонентов урожайности риса изучена недостаточно.

Прорастание семян начинается, когда содержится 28-35 % воды в эндосперме, а в зародыше - 50-52 % (Сакало В.Д., 1996). Всасывая воду, семена набухают, в них происходят биохимические процессы деструкции белков, крахмала и других биополимеров (Кюрджиева В., 1956). При набухании семян, равно как и при наклевывании, процесс дыхания заметно интенсифицируется, потребность их в кислороде сильно возрастает. Поэтому в период от набухания до наклевывания семян рисовое поле может быть затоплено слоем воды, а после наклевывания и образования колеоптиля длиной 3-5 мм воду с рисового поля следует сбросить (Джулай А.П., 1980).

Зерновки риса приобретают способность к прорастанию с 7 - 9-дневного возраста (после оплодотворения завязи). Однако нормально этот процесс протекает у полностью вызревших семян (Алешин Е.П., 1986).

Интенсивность прорастания семян в поле определяется температурой почвы, поливной воды и воздуха. При средней температуре 22 - 25 °С всходы могут появляться на 5 - 7-й день, при 16 - 20 °С — на 10 - 12-й, а при ранних сроках посева, когда она составляет 12 - 14 °С — на 14 - 16-й день. Установлено, что при температуре ниже 17 °С ростовые процессы у всходов риса приостанавливаются (Алешин Е.П., 1986).

Большое влияние на полевую всхожесть семян оказывает режим орошения риса. При постоянном подтоплении всходы, как правило, получаются изреженными, а при различных видах укороченного затопления, когда почва вначале только увлажняется, можно получить оптимальные по густоте всходы (Алешин Е.П., 1986).

По физиологии прорастание семян риса отличается от других сельскохозяйственных культур. Во-первых, они могут прорасти в среде без кислорода; во-вторых, они наклевываются почечкой в любых условиях снабжения кислородом (Натальин Н.Б., 1973). Почечка риса — это колеоптиле. Как свидетельствуют данные, колеоптиле может нормально расти и в бескислородных условиях, то есть растение в этот период — факультативный анаэроб. Поэтому для наклевывания семян риса наличие кислорода в среде необязательно. Потребность в нем возникает позже при разрастании зародышевого корешка и листьев (Мокроносов А.Т., 1988).

Фаза всходов начинается с появления шильца и продолжается до появления 3 - 4 настоящих листьев. У скороспелых сортов эта фаза заканчивается с появлением 3-го листа, а у среднепозднеспелых - 4-го. В течение фазы всходов интенсивно развиваются корни и в пазухах листьев закладываются почки побегов кущения. В возрасте четвертого листа, то есть к концу фазы всходов, пазушные почки, разрастаясь, превращаются в зачатки боковых побегов (Ерыгин П.С., 1981).

Кущение. При образовании у риса 4 - 5 листьев начинается кущение, длится оно 25 - 30 дней и заканчивается с появлением 8 - 9 - листьев (Калинин А.П., 1987). Фаза кущения характеризуется ростом листьев среднего яруса (с пятого до девятого), их придаточных корней, пазушных почек и конуса нарастания.

Кущение – это образование надземных побегов (стеблей) и вторичных корней из подземных стеблевых узлов (Кумаков В.А., 1985). Узлы кущения злаков являются не только органом стеблеобразования, но также корнеобразования. Куперман Ф.М. (1950) в своей работе показала, что узлы кущения пшеницы являются вместилищем запасных веществ, которые играют важную роль в обеспечении пищей тканей озимых растений в течение длительного зимнего периода под снежным покровом, а яровых – во время кратковременной весенней засухи (Пташкин В.В., 1968). Кущение выработалось в процессе эволюции, является одним из важнейших преимуществ злаков перед другими видами и стало главной причиной современного их процветания и повсеместного распространения на земле (Серебрякова Т.И., 1971).

Способность растений к образованию дополнительных побегов контролируется рецессивным геном *tiillering* (Дзюба В.А., 2004). Кущение позволяет сформировать мощный донор – большую ассимиляционную поверхность для более полного поглощения приходящей энергии ФАР для формирования максимального урожая. Оно представляет основной механизм авторегулирования густоты посевов и в значительной степени компенсирует ущерб при получении изреженных и недостаточно густых всходов зерновых культур (Кумаков В.А., 1985). При недостаточной густоте всходов урожай дополнительных продуктивных побегов может превышать величину урожая с главных побегов (Ерыгин П.С., 1958; Саутич М.А., 1961; Сметанин А.П., 1963; Граб Т.А., Натальин Н.Б., 1969; Алешин Е.П., Воробьев Н.В., Скаженник М.А., 1986; Воробьев Н.В., Скаженник М.А., Ковалев В.С., 2001).

Фаза кущения риса состоит из двух периодов. Первый период скрытый, видимых морфологических изменений рисового растения не происходит. В этот период идет разрастание меристематических тканей и формирование почек (Тур Н.С., 1968). Второй период характеризуется закладкой почек боковых побегов в пазухе всех листьев, побеги же развиваются только из почек прикорневых листьев (Саутич М.А., 1961). Трогаются в рост и дают боковые побеги только те почки, которые попадают в благоприятные условия. Очень часто в производственных условиях вовсе не бывает боковых побегов, однако утверждение, что у таких растений отсутствовала фаза кущения, ошибочно (Ерыгин П.С., 1958).

**Выход в трубку** начинается при появлении у риса 8 - 9 листьев. В это время разрастаются верхние междоузлия соломины, самые верхние листья и зачаточная метелка. Образуется метелка из конуса нарастания стебля, который по форме представляет собой полусферическую выпуклость, покрытую зачаточными листьями (Чиркова Т.В., 1983). Высота конуса нарастания 0,1 - 0,19 мм, ширина 0,06 - 0,08 мм (Конохова В.П., 1990).

В первые фазы вегетации конус нарастания образует вегетативные органы (листья). Затем происходит усложнение конуса в результате дифференциации, вследствие этого образуются различные органы метелки. Перед дифференциацией высота конуса возрастает до 0,2 - 0,3 мм. Зачаточная метелка проходит несколько этапов развития: появление бугорков веточек, обособление узлов метелки, возникновение бугорков колосков, отделение колосковых чешуй, заложение тычинок и формирование завязей. Полное развитие органов цветка (тычинок, пестика и завязи) завершается перед самым цветением (Алешин Е.П., 1986).

**Цветение** совпадает с выметыванием метелки у риса и продолжается 5 - 7 дней. Оно может быть закрытым (цветковые чешуи не открываются) и открытым (цветковые чешуи открыты) (Конохова В.П.,

1990). При закрытом цветении стерильных колосков образуется значительно больше (Джулай А.П., 1980).

Цветение риса завершается оплодотворением, на четвертый день после которого уже возникает зародыш с хорошо развитым конусом нарастания, состоящим из coleoptиле и первого листа без пластинки. На 10 - 12-й день зародыш оформляется окончательно - уже имеются листочки, корешок и щиток. Однако величина его и масса достигают конечных размеров на 27-й день после оплодотворения (Куперман Ф.М., Ржанова Е.Н., Мурашев В.В. и др., 1982; Конохова В.П., 1990).

Рис — самоопылитель. Перекрестное опыление у него не превышает 7 %. Цветение может быть открытым, промежуточного типа и закрытым (клеистогамные цветки). Оно начинается с верхней части метелки и идет последовательно вниз. На веточке обычно первым цветет верхушечный колосок, потом самый нижний, а затем цветение идет снизу-вверх. Оптимальные условия для цветения: температура 27—28 °С, относительная влажность воздуха 70 – 80 %. Облачность, ветер, дождь, температура в 12 - 15 °С задерживают и прекращают цветение и оплодотворение в естественных условиях (Vouharmont J., 1985). Цветение и оплодотворение в значительной степени угнетаются отсутствием слоя воды в поле (Романов В.Б., 1986; Алешин Е.П., 1993).

Во время цветения лодикулы, расположенные у основания завязи, набухают и утолщаются, раскрывая цветок. Уменьшение лодикул в размерах приводит в последующем к закрытию цветка. Раскрытие цветковых чешуй происходит, когда тычиночные нити достигают половины высоты чешуй. К моменту раскрытия цветка пыльники лопаются, пыльца попадает на рыльце. Наружу пыльники выходят с очень небольшим количеством пыльцы. Пыльники могут иногда лопаться до открытия цветка или после него (Алешин Е.П., 1993).

## 1.2 Формирование семени

Через три - три с половиной часа после оплодотворения первый раз делится (амитотически) триплоидное ядро эндосперма. Зигота первый раз делится (митотически) после периода покоя, равного примерно 10 часам. Первичное ядро эндосперма интенсивно делится, формируя многоядерное бесклеточное образование - ценоцит. Его ядра располагаются пристенно. Центр ценоцита занимает обширная вакуоль. Через 24 часа ценоцит может содержать до 80 ядер. Зигота через 24 часа претерпевает второе и последующее деление, формируя, состоящий из 4 - 8 клеток проэмбрион. В течение вторых суток зародыш вытягивается и разрастается в сторону плаценти-халазы. Из верхнего яруса клеток оформляется подвесок (суспензор). В течение вторых суток после оплодотворения ценоцит начинает трансформироваться в клеточный эндосперм. Периферический слой клеток превращается в алейроновый слой (Dros G., 2006). Иногда в одной зерновке формируется два - три зародыша (полиэмбриония). Двухэмбрионные зерновки встречаются с частотой одна на несколько сотен, трехэмбрионные - одна на несколько тысяч (Алешин Е.П., 1993).

Созревание зерна риса длится 30 - 35 дней. При этом зерновка проходит стадии молочной, восковой и полной спелости. Молочная спелость наступает на одиннадцатый - двенадцатый день после оплодотворения. Зерновка достигает полного оформления в длину и ширину. Содержимое ее напоминает молоко. Восковая спелость наступает на 25 - 28 день, после оплодотворения, содержимое зерновки режется ногтем. Продолжительность фазы составляет около 20 дней (Алешин Е.П., 1986; Сметанин А.П., 1995). Иногда восковую спелость подразделяют на хрящеватую и мучнистую. При созревании уменьшается количество зеленых зерен и пленчатость зерна, повышается осыпаемость. Зерновки в метелке созревают с разрывом в 5 - 7 дней, в течение этого же времени они формируются на разных побегах. Потеря воды зерновками

идет до последнего дня созревания. Число созревших зерен возрастает при повышении температуры до 30 - 35 °С. При этом максимальное количество зерна вызревает при низкой влажности воздуха (Evans L. T., 1990).

Колоски на метелке созревают не одновременно. В первую очередь цветут и созревают колоски, расположенные на верхней части метелки, а в последнюю – колоски у ее основания. На одной и той же метелке колоски всегда различаются по спелости, что затрудняет определение срока полного созревания метелки. В конце восковой спелости накопление веществ в зерновке происходит очень слабо. Когда верхняя треть метелки достигнет полной спелости, можно приступать к уборке риса (Алешин Е.П., 1986).

О созревании зерна судят по содержанию воды в зерновке и ее твердости. Через 10-13 дней после наступления цветения в зерне содержится около 70 % воды, через 15-18 дней – 50, через 20-25 дней – 35, а через 26-28 дней – 25 % (Ерыгин П.С., 1965).

Молочная спелость наступает на 10-12 день после цветения. К этому времени зародыш оформляется полностью, а эндосперм представляет молокообразную жидкость, выступающую при сдавливании зерновки (Натальин Н.Б., 1973).

От восковой до полной спелости проходит 3-7 дней, а вся фаза созревания длится 30-40 дней (у позднеспелых сортов иногда до 45 дней и дольше) в зависимости от биологических особенностей риса, температуры воздуха и почвы. Полной спелости рис достигает в то время, когда зерновка не режется ногтем и при раздавливании ее образуются сухие крупинки (Алешин Е.П., 1986).

В полную спелость эндосперм приобретает наибольшую твердость и плотную консистенцию. При созревании зерновки масса ее все время повышается, а влажность понижается независимо от влажности воздуха и

погоды. Рис не дозревает в валках, как другие культуры, и если растения скошены с недозрелым зерном, то налив его прекращается и оно оказывается щуплым, неполноценным (Натальин Н.Б., 1973).

Полностью вызревшее зерно обладает высокой всхожестью, достигающей 99 - 100 %. У некоторых сортов созревшие зерновки прорастают очень плохо или вовсе не прорастают. Они вступают в период покоя, который может длиться 30-70 дней. В то же время зерновки других сортов периода покоя не имеют и, попадая в воду или на сырую почву, прорастают еще, будучи в восковой и даже молочной спелости. Семена с продолжительным периодом покоя способны более длительное время сохранять высокую (первоначальную) всхожесть. Они меньше подвергаются отрицательным воздействиям неблагоприятных условий (Сметанин А.П., 1995).

В период полной спелости зерно риса имеет влажность до 30 %, а стебли и листья - до 70 %, что исключает прямое комбайнирование. Наиболее распространен отдельный способ уборки риса, при котором увеличивается трещиноватость зерновок, повышается дробление зерна при обмолоте, снижается содержание целого ядра в крупе (Керефов К.Н., 1975).

### **1.3 Полиморфизм российских сортов по скорости роста**

#### **1.3.1 Темпы роста проростков в фазу всходов**

Среди хозяйственно-ценных признаков риса немаловажную роль играют темпы роста проростков в фазу всходов. Высокие темпы обеспечивают не только полноту всходов, но и способность преодолевать слой воды при выращивании по без гербицидной технологии, где слой воды является радикальным средством борьбы с просовидными сорняками (Рубан В.Я., 2003).

В.Я. Рубан (2003) проводил лабораторные исследования по оценке темпов роста проростков 142 сортообразцов в фазу всходов по методике, предложенной А.И. Апрод, З.И. Баллод (1993).

Почва была взята с пахотного горизонта рисового селекционного севооборота, где она обычно заготавливается для вегетационных опытов. Затем почва была просушена до воздушно-сухого состояния и просеяна на трех решетках с округлыми отверстиями диаметром 2-3 мм (Рубан В.Я., 2003).

В качестве стандарта он брал сорта Кубань 3 и ВНИИР 17, которые обладали высокими темпами роста проростков в фазу всходов и с наиболее выраженными признаками устойчивости к постоянному затоплению в период получения всходов (Рубан В.Я., 2003).

Подготовленный субстрат засыпался в химические стаканы, слегка трамбовался, с таким расчетом, чтобы слой почвы не превышал 2 см. После этого на поверхность почвы равномерно укладывали, с легким придавливанием, 50 штук семян каждого сортообразца. Затем семена засыпали слоем почвы и слегка трамбовали, чтоб глубина их заделки была не более 2 см (Рубан В.Я., 2003).

Химические стаканы заливали водопроводной водой до отметки 12 см от поверхности, которую фиксируют карандашом по стеклу. Во время опыта испарившуюся воду доливали до нужной отметки, вели учет средней суточной температуры воздуха с помощью термографа. При взвешивании сырой массы всходов, преодолевших слой воды, с них, с помощью фильтровальной бумаги убирали капельножидкую воду. Расхождение между повторениями не должны превышать 15 %. В результате лабораторного анализа были выделены контрастные по устойчивости к постоянному затоплению 11 сортов риса, которые были использованы в полевом опыте для окончательной оценки (Рубан В.Я., 2003).

Определение темпов роста проростков в фазе всходов ряда сортообразцов в лабораторных условиях проводили в растильнях. В слое воды 2 см проращивали по 100 всхожих зерен каждого изучаемого сортообразца в одной растильне, при одинаковом температурном режиме.

Измеряли длину coleoptily, шильца (лист без пластинки), первого и второго листьев, главного зародышевого корешка (Рубан В.Я., 2003).

Несколько сортообразцов были отобраны для лабораторного опыта, «по преодолению слоя воды в фазу всходов при постоянном затоплении, 1993-1995 гг.». Этот метод, предложенный А.И. Апрод и З.И. Баллод, хотя и показывает способность сорта преодолевать слой воды в фазу всходов, имеет ряд недостатков.

Недостатки этого метода: не показывается связь между устойчивостью к затоплению и посевными качествами семян, нет оптимальной глубины заделки семян (Рубан В.Я., 2003). При изучении образцов в контролируемых условиях лизиметрического опыта, была показана взаимосвязь между густотой стояния всходов, появившихся над водой и длиной coleoptily  $r = 0,79 \pm 0,28$  (Рубан В.Я., 2003; Скаженник М.А., 1997). Эта закономерность также отражалась и в других литературных источниках (В.Н. Шиловский, Г.А. Сингильдин, 1978; Н.В. Воробьев, Е.П. Алешин, 1980).

В.Я. Рубан (2003) установил, что между сортами (таблица 1) имеются достоверные различия по всем анализируемым признакам, характеризующим проростки в фазу всходов. И наибольшие различия он наблюдал по признакам длина coleoptily и второго настоящего листа.

Таблица 1 – Характеристика проростков различных сортов риса в фазу всходов (1998-1999 гг.) (В.Я. Рубан, 2003)

Сорт	Длина, см				Главный зародышевый корешок		Количество мезокотильных корней, шт
	Колеоп- тиль	Шиль- це	1-й лист	2-й лист	Длина, см	Ширина, мм	
Арпа-шалы	2,2	3,8	10,6	14,8	12,6	0,83	3,5
Кубань 3	1,7	2,8	7,9	13,8	8,9	0,46	4,6
Краснодарский 86	1,5	2,5	7,0	9,0	10,4	0,45	5,5
Регул	1,4	2,9	8,0	12,4	10,1	0,67	6,2
Лиман	1,4	2,9	8,3	9,5	17,2	0,61	4,5
Павловский	1,2	2,6	8,2	11,1	12,2	0,58	5,8
Спринт	1,7	3,0	8,2	10,3	13,1	0,45	3,9
Курчанка	1,6	2,9	7,1	7,9	12,9	0,53	4,8
Сапфир	1,2	2,8	7,9	10,7	10,8	0,59	3,7
Жемчуг	1,2	2,5	7,1	9,9	7,5	0,43	3,6
ВНИИР 7617	2,2	2,8	6,6	8,2	8,4	0,35	3,9
Хазар	1,4	2,8	6,6	10,1	9,8	0,39	4,4
Рапан	1,4	2,7	7,7	10,5	10,9	0,53	4,1
Аметист	1,4	3,3	7,1	8,8	10,4	0,39	3,8
Индуc	1,8	3,2	6,8	8,2	7,1	0,46	4,1
Изумруд	1,3	2,8	7,7	11,4	9,4	0,43	4,3
$S^2_{г}$	0,09	0,10	0,88	3,72	5,37	0,02	0,62
$S^2_{ф.}$	0,22	0,18	1,45	6,12	13,81	0,02	0,78
V%	21,7	11,0	12,1	18,9	23,3	23,6	18,2
НСР <sub>01</sub>	0,41	0,31	0,89	1,81	3,35	0,07	0,34

Из таблицы 1 можно сделать вывод, о том, что сорта Арпа-шалы, ВНИИР 7617, Кубань 3, Краснодарский 86, Спринт, Курчанка и Индуcс были выделены как источники признака «высокая скорость роста» колеоптиля. Различия по величине признака между ними не были статистически достоверны. Кубань 3 (стандарт) недостоверно отличался по скорости роста колеоптиля от сорта Арпа-шалы, но по длине шильца превосходил стандарт. Сорт Курчанка не превышал стандарт по высоте колеоптиля, но превосходил его по длине главного зародышевого корешка. По длине зародышевого корня большинство исследуемых сортов превосходили стандарты, но различия эти были не достоверны, только сорт Лиман достоверно превосходил стандарт.

В.В. Тараненко (2003) проводил исследования «жизнеспособности семян риса, при постоянном затоплении» ( $t=18,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , заделка семян 2 см, экспозиция 27 суток). В лабораторном опыте, также проведенном по методике А.И. Апрод, З.И. Баллод (1993) им был взят за контроль сорт ВНИИР 17. Он сделал следующий вывод, что сорт Кубань 3 не отличается от контроля по всем изучаемым параметрам (всхожесть, %), при слое воды 12 см; сухая масса листьев и корней, ( $\text{г}/\text{м}^2$ ), тогда как остальные сорта уступали контролю. Сорта Славянец и Краснодарский 86 снизили общее количество всходов по сравнению с контролем на 6 и 10 %, а Спальчик и ВНИИР 8847 – на 6 и 32 %. По количеству всходов, преодолевших слой воды, первые два сорта уступили контролю на 35 и 48 %, а вторые два – соответственно на 70 и 87 %. Им был сделан вывод о том, что, к низкой всхожести этих сортов приводит пониженное отношение сухой массы корней и сухой массы листьев у сортов Спальчик и ВНИИР 8847, что свидетельствует о слабом развитии у них корневой системы. По нашему мнению, к низкой всхожести сортов с низкой массой побегов, приводит недостаточный запас питательных веществ в стеблях, который не обеспечивает полного налива зерновок.

Подобные результаты он получил и в лизиметрическом опыте с 5-ю сортами, где контролем служил сорт Кубань 3. Сорта Славянец и Краснодарский 86 (со средним индексом устойчивости к затоплению), при заделке семян в почву и глубине затопления 9 см снизили полевую всхожесть, по сравнению с высевом семян без заделки на 16 %, Спальчик и ВНИИР 8847 (низкий индекс устойчивости) – соответственно на 26 и 44 %. В то же время при таких же условиях у сорта-контроля полевая всхожесть снизилась на 14 % (В.В.Тараненко, 2003).

### 1.3.2 Прорастание семян риса в условиях пониженных температур, а также при недостатке кислорода

Изучением прорастания семян риса в условиях пониженных температур, а также при недостатке кислорода занимался Н.В. Воробьев (1985). Он проводил наблюдения за жизнеспособностью семян риса при погружении их в холодную воду от 0 (контроль) до 28 дней (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние температуры воды и продолжительности воздействия этой среды на всхожесть и энергию прорастания семян риса (Н.В. Воробьев, 1985), (%)

Продолжительность нахождения семян в воде, дней	4 °С		8 °С	
	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Кубань 3				
0	96±1	92±2	96±1	92±2
7	95±1	86±1	95±1	89±2
14	87±4	73±3	95±2	87±3
21	78±3	57±2	94±1	75±4
28	63±2	41±3	88±2	47±4
Краснодарский 24				
0	94±2	90±3	94±2	90±3
7	84±3	77±5	90±1	79±2
14	80±4	70±4	82±1	70±3
21	69±3	53±4	69±2	63±2
28	55±2	34±3	66±1	34±2

Н.В. Воробьев отмечает, что всхожесть семян сорта Кубань 3 при нахождении их в воде с температурой 8 °С в течение трех недель не изменялась, немного понизилась лишь энергия их прорастания. Но при увеличении срока нахождения семян в этой среде, энергия прорастания и всхожесть семян понизились существенно. При 4 °С скорость и энергия прорастания семян понижались намного раньше и на более значительную величину.

Так же, Н.В. Воробьев (1985) проводил исследования по влиянию низких постоянных (8 °С) и переменных (3/13 °С) температур на всхожесть и жизнеспособность набухающих и прорастающих семян риса. Он сделал

вывод о том, что эти температурные режимы оказывают неоднозначное влияние на прорастающие семена. При переменных температурах возрастают сортовые различия всхожести семян после трех недель опыта, когда жизнеспособность семян при постоянных температурах резко падает.

Вегетационные опыты проводились в 1976-1977 гг. на специальной площадке, где условия среды были максимально приближены к полевым. Посев производился в апреле в три срока, глубина заделки семян – 2 см, сразу же после посева проводили первоначальное затопление слоем воды в 5-7 см. Сброс воды в 1976 году производился после образования у семян coleoptilya, длиной 3-5 мм, а в 1977 году этот технологический процесс был проведен раньше (момент начала наклевывания зерновок). Затем был сделан вывод об особенно низкой всхожести семян при посеве риса 2 апреля: у сорта риса Кубань 3 она составила всего 17 %, а Краснодарского 424 и того меньше. Так же было отмечено, что прорастающие в затопленной почве семена риса, испытывают более острый недостаток кислорода, обусловленный резким снижением скорости диффузии газов в этой среде, по сравнению с прорастанием их в чистой стоячей воде (Н.В. Воробьев, 1985).

В заключение, был сделан вывод о том, что ранний посев риса при среднесуточной температуре почвы в  $8^{\circ}\text{C}$  (с суточными колебаниями от  $3^{\circ}\text{C}$  до  $13^{\circ}\text{C}$ ), является физиологически обоснованным. Всхожесть семян в этих условиях понижается мало, жизнеспособность их в результате адаптации зародышей к пониженным температурам ( $4^{\circ}\text{C}$ ) уменьшается незначительно (Н.В. Воробьев, 1985).

#### **1.4 Взаимосвязь скорости роста и продуктивности растений**

Уже на ранних этапах развития растений риса гетерозис проявляется в виде повышенной скорости мобилизации и превращения запасных

веществ; как правило, метаболические процессы протекают у гетерозисных гибридов с более высокой интенсивностью. Из изученных 5500 локусов у *Vicia faba* L. около 9 % показывали изменения экспрессии у гетерозисных гибридов, среди них гены, вовлеченные в C:N метаболизм, гормональную регуляцию, митохондриальную активность, устойчивость к стрессам, скорость деления клеток (Meitzel T. et al., 2009). Быстрое развитие корневой системы гибридов обеспечивает их преимущество перед сортами по интенсивности поглощения минеральных веществ, скорости формирования фотосинтетического аппарата. Гетерозисные гибриды кукурузы, как правило, имеют большее число, длину, разветвленность зародышевых корешков (Kabaki N., 1993). Литературные данные показывают тесную взаимосвязь морфологических признаков, характеризующих длину и массу корней и стеблей, эффективность фотосинтеза и использования удобрений с продуктивностью растений (Гостимский С.А. и др., 1992). Низкое содержание АТФ (аденозинтрифосфата), активность аденозиндифосфат глюкозо-пирофосфориллазы (АДФГФ) и крахмал синтетазы причина недостаточной выполненности семян некоторых гибридов. Для гибридов с плохой выполненностью семян характерна более низкая скорость роста на начальных этапах, из-за невысокого содержанием растворимых сахаров и крахмала. Обработка Мб-бензил аденином в стадии начала выметывания значительно повышала выполненность метелок. Тогда как обработка циклогексимидом оказывала противоположное действие (Yang J. et al., 2002).

В комбинациях, показавших гетерозис по признакам, влияющим на продуктивность (количеству колосков на метелке, длине метелки, массе главной метелки, высоте растения, массе боковых метелок, массе зерна с растения), также был отмечен гетерозис по скорости роста проростка на ранних этапах развития и отзывчивости на уровень минерального питания (Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М., 2015).

Отмечена высокая корреляция между величинами гетерозиса по скорости роста проростка и гетерозиса по элементам урожая. В гетерозисных по скорости роста комбинациях во всех изученных случаях также был отмечен гетерозис по продуктивности. На высоком фоне минерального питания корреляция между признаками была выше 0,98-0,99, что подтверждает более высокую отзывчивость гетерозисных гибридов на уровень минерального питания (Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М., 2015). Корреляция по скорости роста зародышевого корешка и стебелька также была высокой 0,998. Эту закономерность можно использовать для выделения гетерозисных комбинаций уже в фазе проростка, отбирая растения с высокой скоростью роста. Следовательно, при отборе высокопродуктивных растений необходимо учитывать скорость роста на начальных этапах развития, как метод ранней диагностики высокопродуктивных форм, что не только позволит отбирать гибридные комбинации, пригодные для выращивания по энергосберегающим технологиям, но и значительно сократить объем работ при выделении гетерозисной комбинации (Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М., 2015).

Высокая наследуемость (87-90 %) признаков, определяющих темпы роста проростка на начальных этапах развития, позволяет рекомендовать селекционерам проводить отбор по данным признакам при создании исходного материала (Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М., 2015).

#### 1.4.1 Сбалансированный рост корней и побегов растений риса

В морфологии, анатомии, физиологии часто приводится рассмотрение корней и побегов в качестве двух отдельных систем в пределах всего селекционного процесса (Davies and Zhang, 1991). Тем не менее, в то время как каждая система растет и функционирует, как дискретный участок, для поглощения отдельных ресурсов (диоксид

углерода, свет, вода и питательные вещества) две системы связаны вместе, и их функции образуют единую систему (Bohnert H.J., 2006; Torrey, 1976; Caicedo Anna, 2007; Yang et al., 2008).

На рост листовой поверхности влияет содержание влаги в почве и прочностные характеристики грунтов (Feltus F.A., 2004). Во время засухи АБК (абсциссовая кислота) участвует в перераспределении питательных веществ к молодым листьям, что позволяет растениям противостоять засухе (Munné-Bosch и Alegre, 2004).

Высокая скорость роста на ранних этапах развития это один из интегральных признаков, который в дальнейшем обеспечивает образцу целый ряд физиологических преимуществ. Быстрое развитие корневой системы обеспечивает преимущество по интенсивности поглощения минеральных веществ, скорости формирования фотосинтетического аппарата. Важность изучения скорости роста зародышевого корня и стебля трудно переоценить, так как данные признаки обеспечивают быстрое прохождения фазы, чувствительной к стрессам (засолению, холоду, засухе и т. д.), тем самым повышая адаптивность к различным стрессам. Кроме того, выращивание риса по энергосберегающим технологиям без применения гербицидов или с использованием их ограниченного количества требует создания сортов риса с высокими темпами роста на начальных этапах развития (Воробьев Н.В., Скаженник М.А., Ковалев В.С., 2011).

Высокая скорость роста может быть индикатором наличия гетерозиса в комбинации, так как он проявляется уже на ранних фазах развития в виде повышенной скорости мобилизации и превращения запасных веществ (Сривастава Х.К., 1987). Селекционеры риса отмечают значительные межсортовые различия по размерам проростков (Chang H., 1976). Многие исследователи отмечают связь данного признака с эффектами генов карликовости и полукарликовости (Suge H., 1976; Ну С.Н., 1973). Ху (Ну С.Н., 1973) подсчитал, что наследуемость высоты

проростка, его массы и длины зародышевого корня очень значительны и составляют 87-90 %. В исследовании японского ученого О. Каміјіма (1975) показано, что корреляционная связь между длиной зародышевого корешка и стебелька позитивная, но не значительная. Однако проводится недостаточно исследований для улучшения характеристик проростка (Takane M. et al., 1997).

Различия между образцами по скорости роста на стадии пятидневных проростков максимальны и являются характерным признаком образца (Гончарова Ю.К., 2002а; 2002). Гетерозисные гибриды, как правило, имеют большее число, длину, разветвленность зародышевых корешков (Bastawisi A.O., 2002; Костылев П.И., Вожжова Н.Н., 2011). Быстрое развитие корневой системы гибридов обеспечивает их преимущество перед сортами по интенсивности поглощения минеральных веществ, скорости формирования фотосинтетического аппарата (Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М., 2015).

Отношение высоты растения к площади листовой поверхности обуславливает передачу сигналов, регулирующих экспрессию генов удлинения корневой системы (Błaszczuk L., 2004, 2008), приводящих к изменению притока питательных веществ к корням, независимо от «доставки» питательных веществ к растениям (Jackson, 1993; Jackson, 2002). Dodd (2005) считал, что пути взаимного влияния различных органов растений слабо изучены.

#### 1.4.2 Влияние глубины затопления семян на жизнеспособность проростков

Для прорастания риса необходим определенный минимум оводненности тканей зародыша, который в расчете на сухое вещество равен 50-52 % (В.С. Ковалев, Н.Н. Малышева, 2009). Влажность эндосперма не имеет решающего значения для начала прорастания, и обычно в момент наклевывания зародыша она колеблется в пределах 25-

30 %. Минимальная температура для образования стебелька и корешка - 13-14 °С, а при 10-12 °С процесс прорастания семян останавливается в фазе наклевывания. Наклюнувшиеся семена сохраняют жизнеспособность в течение 15-20 дней в почве с температурой 10-12 °С (В.С. Ковалев, Н.Н. Малышева, 2009).

К факторам, влияющим на всхожесть семенного материала, относятся: генотип образца (Ashikari M., 2006); условия окружающей среды, оказывающие влияние на процесс развития семян и особенно важно - условия хранения семян (Fraster T.E., 1990). С другой стороны, заглубленный посев семян риса может привести к задержке в развитии растений (Fu J., 2012), плохой всхожести и, следовательно, их всходы будут менее дружными. Это приводит к изреженному посеву, вследствие чего растения становятся менее конкурентоспособными с сорняками (Yamauchi 1993, 1997).

Schenk and Jackson (2002), сообщали о том, что уменьшение водного потенциала (в окружающей среде), влияет на глубину прорастания корневой системы и тесно связано со среднемесячным количеством осадков в период вегетации, которое приводит к различной скорости роста растений риса (Troughton, 1980; Cornish, 1982).

Известен способ возделывания риса, включающий посев риса на глубину 1-2 см, если посев осуществляют в ранние сроки, то глубина заделки семян 4-5 см. После посева с глубиной заделки 1-2 см проводят первоначальное затопление чеков. После наклевывания зерна воду с чеков сбрасывают на проращивание риса. В период появления у риса 1-2 листьев чеки вновь заливают водой слоем 12-15 см, который поддерживают до полной гибели сорняков. В дальнейшем такой слой воды поддерживают до начала восковой спелости зерна. После этого подачу воды прекращают, а остатки ее сбрасывают постепенно, чтобы до уборки поле было осушено. (Агрономическая тетрадь, 1987).

## 1.5 Влияние стрессовых факторов на скорость роста и продуктивность риса

К стрессовым факторам, влияющим на скорость роста относят: водный режим, повышенные и пониженные температуры, уровень засоления и световой режим.

В. П. Беденко (1980, 1990, 2003) и А.А. Коломейченко (2003) определили физиологическую роль густоты стояния растений в продукционном процессе зерновых культур. Они показали, что густота стояния растений определяет оптическую плотность агрофитоценоза, непосредственно влияет на взаимосвязь фотосинтеза, роста и формирования урожая, то есть она регулирует донорно-акцепторные отношения и поэтому является важнейшим фактором продукционного процесса.

Процесс образования боковых побегов у злаков получил название кущение растений (Серебрякова Т.И., 1971; Кумаков В.А., 1985). При этом рост и развитие боковых побегов ускоряется, и их созревание происходит одновременно с главным побегом. Причины отмирания боковых побегов у злаков интересовали многих исследователей (Fukuoka S., 2009; Ерыгин П.С., Фенелова Т.М., 1966; Ерыгин П.С., 1968, 1969; Yoshida S., Hayakawa Y., 1970; Воробейков Г.А., Доичко В.Ф., 2003; Laner S.V., Simmons S.R., 1989).

Семена риса могут прорасти в бескислородных условиях, однако это значительно замедляет появление корней и листьев. Для обеспечения роста корней и листьев необходим кислород (Hoshikawa K., 1989). Отмечено, что coleoptиль удлиняется быстрее и дольше при гипоксии, чем при нормальных условиях (Yamauchi и др., 1993). Так, coleoptиль сортов риса испытывающих гипоксию, был способен к гораздо более сильному удлинению, чем у тех же сортов но, без воздействия стресса (Setter и др., 1994; Yamauchi и Biswas, 1997). Coleoptиль риса подвид

японика вытягиваются дольше, чем у сортов риса подвидов индика при гипоксическом стрессе (Нои и др., 2004). Также был обнаружен генетический полиморфизм среди сортов риса японского подвида по устойчивости проростков к гипоксии (Wang и др., 2009, 2010, 2011). Эти генетические вариации могут быть использованы для создания сортов с более высокой устойчивостью к прорастанию в бескислородной среде.

*Вода:* В настоящее время рис выращивается на полях, залитых водой. Слой воды регулируется по-разному в зависимости от источников орошения (Ерыгин П.С., 1969).

В первые часы прорастания вода поглощается при набухании зерна, при влажности 16-18% в поглощении воды начинает принимать участие и дыхание (Ерыгин П.С., 1969).

Сухая почва при посеве способствует замедленному и неоднородному появлению всходов, что может привести к снижению урожайности, повышенному росту сорняков (Jackson M.B., 1993). Глубокий слой воды, как и низкая влажность почвенного покрова, приводит к ухудшению всасывания воды и задержке дыхания семян и соответственно, проростков риса.

Важно определить оптимальный уровень увлажненности почвы для риса. Ando и Kobata (2000) сообщили о том, что некоторые сорта риса, при низкой влажности почвы, характеризуются высокой скоростью роста coleoptilya (H. Ando and T. Kobata, 2000).

Jackson (2002) продемонстрировал, что длина корешков становится больше при оптимальном увлажнении почвы, чем в отсутствии влаги или избыточном увлажнении (Jackson M.B., 2002).

Жамбасабаев М. (1969) отметил, при увеличении глубины затопления, особенно в период кущения-колошения, урожайность риса повышается. Однако, при этом различная глубина затопления не оказывает влияния на продолжительность периода вегетации. Вопреки этому,

Зырянова М.И. (1969) указывает, что с увеличением глубины затопления густота стояния растений снижается, а их продуктивность уменьшается.

Зайцев В. Б. (1930) на основе проведенных работ пришел к выводу, что затопление рисовых чеков слоем воды – 10-20 см дает одинаковые урожаи.

*Температура:* Рис (*Культурный, посевной L.*) является чувствительным к низким температурам воздуха, при этих условиях замедляется прорастание и снижается полевая всхожесть семян (Jing и др., 2008; Khush G.S., 2000).

Оптимальная температура прорастания и появления всходов у сортов риса составляет от 20 до 35 °С, а критическая - 10 °С (Jones J.W., 1926, Jones M.P., 1997).

В северных районах Ирана рис высевается с начала апреля до середины мая, когда средняя температура воздуха около 15 °С, что приводит к подгниванию всходов риса, вызывая значительную потерю семян (Saharifi, 2010; Khan P.A., 1976).

Потеря урожая от гибели всходов, вследствие пониженных температур, является серьезной и глобальной проблемой в производстве риса (Passioura J.B., 1990). Даже один жаркий день или холодная ночь, может резко снизить урожайность растений, что может быть фатальным для многих сельскохозяйственных культур (Li Y.B., 2007; Passioura J.B., 1990).

Температурные колебания могут изменять аспекты клеточной физиологии растений риса (Wang и др., 2003; Taylor D., 1942). Колебания высоких и низких температур могут привести к образованию АФК (активные формы кислорода), которые при повышенных концентрациях приводят к окислительному повреждению и потенциальной гибели клеток (Alam, 2004; Zhang J., 2006).

Проростки риса не переносят заморозков, повреждаются уже при температуре -0,5 °С, -1 °С. Однако, по утверждению некоторых

исследователей (Ерыгин П.С., 1968, 1969) при наличии слоя воды на поле слабые заморозки существенного влияния не оказывают, поэтому возможно сеять рис ранней весной (Жанбасбаев М., 1969).

М.А. Скаженник (2013) установил, что в стадию мейоза высокая холодостойкость наблюдалась в гибриде F<sub>3</sub> Серпантин / Jinbubyeo. Отобраны растения с хозяйственно-ценными признаками. Получены дигаплоиды методом культуры пыльников *in vitro* и выделены устойчивые формы. Всесторонняя оценка полученного материала позволила подобрать исходный материал для вовлечения в дальнейший селекционный процесс для создания новых холодостойких сортов риса.

В зарубежной литературе отмечено влияние высоких температур на растения риса в различные стадии развития (Satake T. и Yoshida S., 1978; Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К., 2008, 2009). Экологические испытания образцов по данному признаку в нескольких странах подтвердили полученные результаты (Mackill D.J., Coffman W.R., Rutger J.N., 1982).

В.В. Пташкин (1970, 1971) указывал, что снижение температуры воды перед дифференциацией конуса нарастания способствует увеличению массы метелок главного и боковых побегов.

В фазу проростков воздействие высоких температур оказывает благотворное влияние на большинство исследуемых образцов у растений риса. Достоверное влияние на продуктивность образцов в эту фазу доказана по следующим признакам: длина главной метелки, масса главной метелки, количество выполненных колосков, общее число колосков на главной метелке и пустозерность (Гончарова Ю.К., 2009 а, б).

Из выше перечисленного можно сделать вывод: воздействие высоких температур в начальные фазы вегетации может оказывать «закаливающее» воздействие на растения, что позволяет снижать в последующем воздействие стресса и тем самым повышает продуктивность растений. При воздействии высоких температур в ранние фазы развития в растениях повышается водоудерживающая способность, прочность

хлорофилл-белкового – липидного комплекса. Толерантные к тепловому стрессу растения отличаются большим содержанием термостабильных белков и энзимов (Гончарова Ю.К., 2010 а, б).

*Свет:* Снижение освещенности до 50% в период первых семи дней после прохождения световой стадии усиливает рост метелки в 2 раза. Дальнейшее понижение освещенности уже не оказывает положительного влияния на рост метелки опытных образцов, которые мало отличается от контрольных (0,19 и 0,26 мм). В этот период влияние различной освещенности на дифференциацию подобно действию ростовых процессов; снижение освещенности до 50 % ускоряет дифференциацию, дальнейшее снижение освещенности до 30 % задерживает ее, и метелка по своему состоянию оказывается такой же как и при естественном освещении (происходит появление бугорков веточек) (Сметанин А.П., 1959).

*Засоленность:* Среди неблагоприятных факторов внешней среды, оказывающих отрицательное воздействие на возделывание сельскохозяйственных культур, избыток водорастворимых солей в почве является наиболее мощным (Ковда В.А., Матухин Г.Р., 1963). Засоление вызывает изреживание всходов, тормозит рост и развитие растений, резко снижая их зерновую продуктивность (Шахов А.А., 1956; Матухин Г.Р., 1963; Строгонов Б.П., 1958; 1962).

Исследованиями А.А. Шахова (1956), Г.Р. Матухина (1963), Б.П. Строгонова (1962; 1967), Г.В. Удовенко (1977), Н.В. Воробьева (2013), Т.П. Журбы (1989), Г.В. Давыдовой (1993) показано, что характерным воздействием засоления почвы на растения злаковых культур является угнетение ростовых процессов. И это закономерно, так как внутреннее и внешнее проявление жизнедеятельности растений, прежде всего, связано с реализацией программы их роста и развития, накопления биологической массы их органов. Через ростовые процессы, в первую очередь, проявляется отношение растений к неблагоприятным факторам внешней

среды, в том числе и к засолению почвы (Гишева Н.Г., Шеуджен А.Х., 2001; Е.М. Харитонов, Ю.К. Гончарова, 2010, 2013).

Успех селекции в деле создания устойчивых к солевому стрессу сортов во многом зависит от величины различий этого свойства в образцах коллекции исходного материала. Как отмечает В.С. Ковалев (1988), в коллекции ВНИИ риса и других учреждений по рису бывшего СССР имеются формы с слабой и средней солеустойчивостью, что при целенаправленном подборе родительских пар для скрещивания позволило создать такие сорта: Спальчик, Нукус 2, Маржан, обладающих средней устойчивостью к этому неблагоприятному фактору.

В фазу всходов рис, по данным ряда исследователей (Жовтоног И., 1971; Тур Н.С., 1981), испытывает сильное воздействие солевого стресса, при этом посевы сильно изреживаются и снижают урожайность. Однако сортовые различия по устойчивости к засолению в эту фазу проявляются слабо. По сообщению Н.С. Тура (1993), при анализе 255 образцов из мировой коллекции риса, взятых из 19 стран, только 22 сорта образца обладали несколько повышенной солеустойчивостью в фазу всходов. Не ясны также причины гибели молодых растений, которые могут быть связаны как с повышенной чувствительностью риса к избытку солей в почве, так и с чрезмерной концентрацией ионов солей в почвенном растворе из-за отсутствия слоя воды или его небольшого уровня на рисовых чеках в период получения всходов (Гишева Н.Г., Шеуджен А.Х. 1999).

Н.А. Ладатко (2006) установлено, что засоление угнетает рост и развитие растений риса, и тем сильнее, чем выше его уровень. При этом темпы развития надземной части растений и их корневой системы в стрессовых условиях подавляются в равной степени. Высота растений снижается при засолении меньше, чем накопление ими сухого вещества (Ладатко Н.А., 2006).

Окончательная оценка сортов и сортообразцов риса на

солеустойчивость дается по уровню снижения урожая зерна в условиях засоления по отношению к пресному контролю. Урожай солеустойчивого сорта Спальчик снизился на 43,3 - 44,8 %, среднеустойчивого сорта Рапан - на 46,7 - 55,9 % и неустойчивого ВНИИР 10127 - на 61,3 - 75,7 %, вследствие формирования малопродуктивной метелки за счет уменьшения числа выполненных колосков и снижения массы 1000 зерен (Ладатко Н.А., 2006).

*Кислород:* Колеоптиль растений риса способен расти и удлиняться при недостатке или полном отсутствии  $O_2$ . Важна устойчивость к дефициту  $O_2$  при прорастании семян риса, а так же при дальнейшем их развитии (Takahashi, 2010).

Удлинение колеоптиля происходит быстрее в стоячей воде, чем в воздухе (Sano Y., 1980), тем самым сокращая время, необходимое растению для прохождения стрессовых факторов. Быстрое удлинение колеоптиля является адаптивной особенностью, которая возникает в результате накопления летучих соединений, таких как  $CO_2$  и этилена, которые обуславливают высокую скорость роста (Zeiitch I., 1982; Yabuno T., 1977). Tumbilen (2011) и Tan (2007) отметили, что стимулирующий эффект этилена на удлинении корней риса обусловлен низкими темпами синтеза и накопления эндогенных веществ. Накопление этилена будет наиболее ярко выражено при сильном ингибировании роста корня и побегов, в результате чего все ростовые процессы могут быть направлены на рост колеоптиля (Вартапетян Б.Б., 1970; Korban Н.А., 1974).

Многочисленными исследованиями (Бржезицкий М., 1927; Ерыгин П.С., 1934, 1946, 1950; Есипов А.Г., 1936; Воробьев Н.В., Алешин Е.П., 1978, 1980; Korban Н.А., 1974) установлено, что прорастающие семена риса в гораздо меньшей степени, чем семена других зерновых культур, чувствительны к недостатку кислорода и активно прорастают под слоем воды.

Механизмы адаптации к недостатку кислорода наиболее

совершенны в колеоптилях риса (Chen, 2003, 2007; Jing и др, 2008), а в других органах зародышей – проростков они развиты в гораздо меньшей степени (Wu и др, 2006). Об этом свидетельствует тот факт, что в стоячей воде у прорастающих семян риса разрастается в основном у колеоптиля, а другие листья почечки и корешок зародыша развиваются слабо (Н.В. Воробьев, 2013; Fred и др, 1981).

Отмечено, что чем быстрее происходит удлинение колеоптиля в обычных условиях и в бескислородной среде, тем быстрее происходит рост корней и листьев, в том числе и при получении кислорода (Yamauchi и др, 1997; Pham J.L., 1993). У сортов, устойчивых к отсутствию кислорода, колеоптиль удлиняется сильнее, чем тех, у которых нет способности произрастать в бескислородной среде (Setter et al, 1994; Yamauchi and Biswas, 1997; Hou et al, 2004; Wang et al, 2009).

Большое внимание исследователи уделяют поиску морфофизиологических признаков высокой продуктивности сортов зерновых культур, которые можно использовать при оценке потенциальной продуктивности. Снижение показателей изучаемых признаков под влиянием стрессов можно использовать для диагностики степени устойчивости образцов. Одними из них является диагностика продуктивности по убыли массы семян при их прорастании и оценка продуктивности по интенсивности роста зародышевых корней. Метод диагностики продуктивности по убыли массы семян основан на различии образцов ярового ячменя в темпах расходования запасов семени. В результате проведенных исследований установлено, что коэффициент корреляции с продуктивностью сорта в зависимости от погодных и других условий изменяется от  $-0,81 \pm 0,33$  до  $-0,98 \pm 0,09$ . Сорта, масса зерновок которых на седьмые сутки изменялась меньше, характеризуются повышенной продуктивностью (Прыгун М.А., 1988).

## 1.6 Взаимосвязь темпов роста проростков и гетерозиса

Гетерозис главным образом найден по количественным признакам, связанным с интенсивностью метаболических процессов (накоплением биомассы). Это обусловлено отбором регуляторных генов, увеличивающих экспрессию "дефицитных" структурных генов. Возможны и другие молекулярно-генетические механизмы, компенсирующие отсутствие эффективных генов и их продуктов (например, участие мобильных генетических элементов) (Гончарова Ю.К., 2014b).

Гетерозис объясняют более интенсивным биологическим обменом веществ в гибридных организмах, усиленным метаболизмом в результате биохимического обогащения зиготы (Гончарова Ю.К., 2015).

На различных культурах показано высокое содержание физиологически активных, запасных веществ и нуклеиновых кислот в гетерозисных семенах. У гибридных семян отмечается повышенный обмен веществ, обуславливающий ускоренное образование белков, лучший рост и выживаемость организмов (Алпатьев А.В., Хренова В.В., 1976; Боос Г.В., Балдина В.И., 1990; Кильчевский А.В. и др., 1997; Турбин Н.В., Хотылева Л.В., 1961).

Отмечен гетерозис по активности фермента пероксидазы в семенах гибридов, свидетельствующий об интенсивных окислительно-восстановительных процессах. Проявлялся гетерозис по содержанию в зародышах физиологически активной аскорбиновой кислоты, а также суммы аминокислот (Розыходжаев Х.Х., 1984).

Отмечено уменьшение ядерно-ядрышкового соотношения, свидетельствующее об усилении синтеза РНК-продуктов. Гибриды F<sub>1</sub> характеризуются повышенной жизнеспособностью и силой роста растений (Жученко А.А., 1980; Пивоваров В.Ф., Добруцкая Е.Г., Мусаев Ф.Б., 1995). Одним из возможных механизмов гетерозиса растений является

гетерогенность генома органелл и высокая митохондриальная активность (Христолюбова Н.Б., 1974; Жученко А.А., 2001).

Из изученных 13 999 генов гетерозисных гибридов кукурузы сверхэкспрессия была характерна для 15,3 %, 8,7 % генов показывали уровень экспрессии более чем в два раза превышающий таковой у родительских форм (Барановский П.М., 1968). Анализ функций генов с повышенной экспрессией показал, что в основном это гены, вовлеченные в регуляцию транскрипции, инициацию репликации, синтез белка и РНК, С:N метаболизм, гормональную регуляцию, митохондриальную активность, устойчивость к стрессам, скорость деления клеток (Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М., Литвинова Е.В., 2010). Изучение размеров клеток гибридов и родительских форм показало отсутствие достоверных различий, следовательно, больший размер гибридных эмбрионов связан с более высокой скоростью деления клеток, то есть для гибридов характерна более высокая скорость роста (Akita S. et al, 1990).

В странах с умеренным климатом гетерозис связывают с высокой скоростью роста и продуктивным кущением, приводящим к более раннему формированию большего индекса листовой поверхности (Гончарова Ю.К., 2014).

### **1.7 Генетика признаков, определяющих темпы роста проростков**

Дзюба В.А. (1973, 2000) отметил, что сорта, районированные в СССР до 1980г., имели высоту растений более 100см. Они способны формировать высокую урожайность, однако часто склонны к полеганию. В полегшей массе повышается влажность и зерновки начинают прорастать, что приводит к снижению технологических и посевных качеств семян, а следовательно к потере урожая. В связи с этим при выведении новых сортов риса необходимо учитывать признак высоты растений (Дзюба В.А., 2004).

Chang T.T. (1964) и Дзюба В.А. (2000) отметили, что в генетической литературе имеются сведения о том, что высота растений контролируется несколькими генами: Bg и D-Big culm – высокий стебель; sd-semi-dwarf – полукарликовое растение; d-dwarf – карликовое растение; md-mini-dwarf – мини карлик; dw-floating habit – глубоководный рис или растения риса способны к всплыванию; плавающий габитус; T-Tallness – высокое растение. Для выведения высокопродуктивных сортов в мировой селекционной практике широко используются карлики и полукарлики, которые хорошо изучены и дают положительные результаты (Дзюба В.А., 2004).

В гибридной популяции второго поколения при расщеплении по одной паре генов А и а возможно три генотипа АА, Аа и аа, количество которых представлено примерно соотношением 1:2:1. Поэтому проводят отбор гомозиготных особей АА и аа, которых будет поровну в любой гибридной популяции второго поколения (Дзюба В.А., 2004).

Дзюба В.А. (2004) отметил, что в любой гибридной популяции постоянно действуют эволюционные факторы, вызывающие изменение генных частот. К таким факторам можно отнести мутационный и миграционный процессы, дрейф генов и отбор. Для прогнозирования интенсивности отбора нужных растений в гибридных комбинациях, Дзюба В.А. (2004) определял коэффициенты наследуемости, которые показывают долю генотипически обусловленной изменчивости в общей фенотипической. Эти коэффициенты показывают, на сколько велика доля наследованного разнообразия в данной популяции по конкретному признаку. Чем выше доля генотипической популяции в общей фенотипической, тем успешнее будет отбор в популяции по нужному признаку (Драгавцев В.А., 1971; 1974; Савченко В.К., 1978). Однако В.А. Драгавцев и др. (1979) указывают на некоторые недостатки коэффициентов наследуемости:

1. При наличии генотипической конкуренции коэффициент наследуемости не дает достоверной информации;
2. Коэффициент наследуемости имеет большой доверительный интервал;
3. Коэффициент наследуемости не дает достаточной информации, потому что принцип передачи генов от родительских форм с коэффициентом 0,5 не всегда выполняется;
4. Коэффициент наследуемости объединяет в себе экологическую стабильность признака и его генотипическое разнообразие.

Селекционера интересует генетическая структура популяции и эффективность отбора нужных растений. Рокицкий П.Ф., Савченко Б.К. и Добица А.И. (1977) указывают на существование зависимости между результатами отбора по фенотипу и коэффициентами наследуемости признаков.

Высота растений сортов риса – это изменчивый признак, который в большей степени подвержен фенотипической (экологической или модификационной) и гибридологической изменчивости. Образцы Ковалева В.С. по высоте растений достоверно различались, выращенных на двух фонах минеральных удобрений, за исключением сорта Мирный (Дзюба В.А., 2004).

Высота растений сортов, выделенных селекционером Остапенко Н.В. в большинстве случаев достоверно превышает на варианте с повышенным фоном удобрений по сравнению с низким (оптимальным). Сорта, выделенные селекционером Зеленским Г.Л., еще меньше отзывчивы на различные дозы минеральных удобрений. У семи сортов доказаны достоверные различия по высоте стеблей. Они хорошо отзывчивы на минеральные удобрения при формировании высоты растений. Но увеличение высоты растений от внесения минеральных удобрений может привести к их полеганию, что является отрицательным явлением при выращивании этих сортов (Дзюба В.А., 2004).

Количественное изучение признаков генетики риса, составляющих «высокую скорость» роста, - одна из задач, решение которой позволит повысить эффективность и ускорить селекционный процесс. В основном описываются гены, контролирующие формирование альтернативных признаков риса, а определяющие развитие количественных – изучены недостаточно (Седловский А.И., 1980).

Изучение варибельности признаков, определяющих скорость прорастания, приобрело особую актуальность в связи с необходимостью создания сортов для энергосберегающих технологий. Борьбу с сорняками в этом случае ведут при помощи изменения глубины воды в чеке. Сорта риса с низкой скоростью роста не обеспечивают получения необходимой плотности посева, за счет их значительной гибели в период прорастания (Кильчевский А.В., 2011).

Отмечена высокая корреляция между величинами гетерозиса по скорости роста проростка и гетерозиса по элементам структуры урожая (Гончарова Ю.К., 2015). Корреляция по скорости роста зародышевого корешка и стебелька также была высокой (0,998). Эту закономерность можно использовать для выделения гетерозисных комбинаций уже в фазу проростка, отбирая растения с высокой скоростью роста.

Высокая наследуемость (87-90 %) признаков, определяющих темпы роста проростка на начальных этапах развития, позволяет рекомендовать производить отбор по признаку (высокая скорость роста) для создания исходного материала (Гончарова Ю.К. и др, 2010; Гончарова Ю.К., 2014 а).

Изучение генетики признаков «скорость роста зародышевого стебля и корня» показало полигенный характер и ненаправленное доминирование при наследовании данных признаков. Установлено влияние межлокусного взаимодействия (комплементарный эпистаз). Генетическая дисперсия по данному признаку в популяции в основном обусловлена аддитивным действием генов (Гончарова Ю.К., 2015).

Селекционеры риса отмечают значительные межсортовые различия

по размерам проростков (Chang H., 1976). Многие исследователи отмечают связь данного признака с эффектами генов карликовости и полукарликовости (Suge H., 1976; Hu C.H., 1973). Ху (Hu C.H., 1973) подсчитал, что наследуемость высоты проростка, его веса и длины зародышевого корня очень значительны и составляют 87-90 %. В исследовании японских ученых Kamijima O. (1975) показано, что корреляционная связь между длиной зародышевого корешка и стебелька позитивная, но не значительная. Различия между образцами по скорости роста на стадии пятидневных проростков максимальны и являются характерным признаком образца.

Во Всероссийском НИИ зерновых культур также проводили исследования наследования интенсивности начального роста растений риса (Иванова Д.И., Костылев П.И., 1988). Установлено неполное доминирование большей интенсивности признака. Анализ наследования признака у гибридов между сортом-донором Бахус и четырьмя российскими сортами, показал различия между родительскими формами в 1-2 гена (Костылев П.И. и др., 2005).

### 1.7.1 Применение молекулярного маркирования в селекции

Среди областей практического применения молекулярных маркеров в селекции растений можно выделить два основных направления (Sanapan R., 2008). Во-первых, с помощью маркеров можно получить дополнительные сведения о генетическом разнообразии, существующем внутри видов или их структурных комплексов, популяций (Кагр А., 1997; Spooner D., 2005; Чесноков Ю.В., 2007; Кочерина Н.В., 2013). Эта информация особенно важна для системного управления генетическими ресурсами растений (ГРР), так же как для рационального использования ГРР в селекционных программах (Чесноков Ю.В., 2007; Dudley J.W., 1993; Francia E., 2005). Во-вторых, маркеры дают возможность построения

насыщенных генетических карт, которые, в свою очередь, позволяют идентифицировать и локализовать хромосомные локусы (Cakir M., 2008) с экспрессией которых связан количественный или качественный эффект, а также устанавливать степень проявления этого эффекта (Чесноков Ю.В., 2009). Такие сведения сами по себе представляют прямой и непосредственный интерес для селекционеров. Самый простой пример тому — это использование маркеров генов при интрогрессии желаемых аллелей в реципиентный геном или геномы (Chen M., 2002). В то же время кураторы коллекций генетических ресурсов с помощью молекулярных маркеров могут устанавливать взаимоотношения различных выявляемых полиморфизмов, различия и так называемый коэффициент сопроисхождения, то есть коэффициент вероятности общего происхождения (Eathington S.R., 2007; van Enckevort L.J., 2005). Исходя из характера таких взаимоотношений, можно предложить ряд подходов для практического применения полученных данных. Кроме того, применение технологии молекулярных маркеров создает перспективы для решения двух селекционных задач, которые так или иначе связаны с созданием гибридов: первая задача - классификация материала в предбридинговые гетерозисные группы, вторая - предсказание гибридной силы (Hegde V. A., 1974; Pham J.L., 1996; Hirochika H., 2004).

Во многих исследованиях делались попытки установить точные соотношения между индексами дистанций, выявленными с помощью генетических маркеров. Первоначально в таких работах использовали изоферментные маркеры (Damerval C., 1985; Serfling A., 2011), впоследствии стали применять молекулярные маркеры (Dillmann C., 1997; Bar-Hen A., 1994; Burstin J., 1995).

В целом при графическом отображении результатов анализа кривые распределения соотношений между двумя типами дистанций (William H.M., 2007; Wing R.A., 2005), как правило, имеют пикообразную форму (точка – пик - точка). Это означает, что если две особи близки на уровне

молекулярных маркеров, то почти всегда они имеют схожий фенотип, тогда как большие дистанции не позволяют делать каких-либо умозаключений ни относительно сходства, ни относительно фенотипического расхождения исследуемых особей (Tanksley S.D., 1997). Такие взаимоотношения могут быть объяснены полигенной основой признаков, обычно принимаемых в расчет при оценке и установлении фенотипической дистанции. Если предположить наличие четырех биаллельных локусов с равными эффектами и обозначить благоприятные и неблагоприятные аллели соответственно + и -, то линии с комбинациями аллелей ++ — и — ++ будут иметь один и тот же фенотип, даже различаясь по каждому локусу, детально этот анализ описан Burstin J. и A. Charcosset (1995).

Такие особенности и свойства взаимосвязи между индексами дистанций, установленными на фенотипическом уровне и определенными с помощью молекулярных маркеров (Chakravarthi В.К., 2006), имеют два существенных практических результата (или следствия). Первое следствие состоит в том, что агрономические признаки особи могут быть предсказаны, если на уровне генетических маркеров они подобны таковым у особи с известным фенотипом (Goff S.A., 2002). Это особенно важно в случае морфологических признаков, для оценки которых требуется длительное время или очень дорогостоящая процедура. Подобного рода прогнозирование может быть сделано эмпирически или формализовано посредством подходящих для этих целей статистических методов (Hirochika Н., 2004; Gupta Р.К., 2010). Второе следствие заключается в возможности распознавать, схожи ли по генетическим маркерам две особи или два образца, которые близки фенотипически. Если предположить, что маркерные локусы дают представительный пример (образчик) всего генома, то, скорее всего, особи с высокой симилярностью на уровне маркеров несут схожие аллели основных QTL (quantitative trait loci) (Li Y.B., 2012), в то время как особи с высокой дивергенцией одних и тех же

молекулярных маркеров содержат различные аллели (Bar-Hen A., 1994; Leung H., 2004). Это особенно важно для осуществления длительного сохранения и практического использования генетических ресурсов. Например, образцы, которые схожи как фенотипически, так и на уровне молекулярных маркеров, можно отнести к излишним (или резервным, дублированным) и вследствие этого некоторые из них либо удалить из коллекции (Liu J., 2010; Liu B., 2004), либо объединить (для упрощения и удешевления сохранения). В то же время образцы, которые схожи на фенотипическом уровне, но различаются по молекулярным маркерам, могут быть определены как оригинальные (Damerval C., 1985).

Ценность популяции для селекционно-значимого отбора зависит не только от среднего значения ее характеристик, но также от степени их варьирования (Gallais A., 1990). Среднее для популяции в целом может быть предсказано, исходя из среднего для характеристик родителей. Молекулярные маркеры позволяют прогнозировать некоторую степень варьирования, что, как правило, бывает особенно полезным (Ragunathanchari P., 1999). Так, изучение взаимоотношений между фенотипом и молекулярными дистанциями приводит к заключению, что если предстоит получить селекционную популяцию из двух линий, которые близки на фенотипическом уровне, то в случае линий, которые различаются по маркерным локусам, варьирование в такой селекционной популяции будет выше, а в случае линий, которые схожи по ним — ниже (Chen X., 1997). Кроме того, в рамках определенной гипотезы можно также показать, что варьирование количественного признака внутри популяции напрямую коррелирует с разнообразием этой популяции по QTL (Wang Y., 2010), ответственным за ее вариации (или зависит от него). Поэтому разнообразие, установленное на уровне маркерных локусов, может использоваться для предсказания степени общего разнообразия популяции (Ni J., 2002). Некоторые результаты подтверждают тот факт, что популяции, полученные от родителей с высокой маркерной

симилярностью, действительно проявляют низкое генетическое варьирование (например, данные, полученные для сои) (Manjarrez-Sandoval P., 1997). Однако, другие авторы сообщают о низких коэффициентах корреляции между генетической вариацией популяций и молекулярной дистанцией между родительской парой, например для кукурузы (Melchinger A.E., 1991), сои (Kisha T.J., 1997), яровой пшеницы и риса (Burkhamer R.L., 1998), поэтому необходимы дополнительные исследования для установления возможностей и ограничений подобного подхода.

### 1.7.2 Молекулярное маркирование признака «скорость роста»

Высокая скорость прохождения слоя воды проростками, обеспечивает высокую жизнеспособность семян сортов и дружные всходы на затопляемых и не выровненных полях (Ravi M., 2003). Локализация генов, определяющих данный признак, изучалась при проращивании семян из-под слоя 20 см в течение 5 дней в темноте (Hou et al, 2004). В этом исследовании с применением популяций рекомбинантных инбредных линий (RILS) обнаружено пять QTL, расположенных на хромосомах 1, 2, 5, 5 и 7, определяющих длину coleoptily при стрессе (недостатке кислорода). Согласно направлению аддитивных эффектов, позитивные аллели локусов qAG-1, qAG-G2 и qAG-7, увеличивающих скорость прорастания в бескислородной среде (AG), происходят от Kinmaze, а в локусах qAG-5a и qAG-5b они унаследованы от сорта DV85. RIL, упоминавшиеся выше, получены при скрещивании Kinmaze (japonica) на DV85 (Indica). Об исследованиях по картированию QTL для выявления генов устойчивости к прорастанию в бескислородной среде с использованием генплазмы подвида japonica еще не сообщалось (Wang et al., 2010).

Первое исследование в данной области было проведено при использовании 247 RIL, полученных при гибридизации двух китайских сортов подвида japonica Вао и Xiushui 79, а также 98 беккроссных инбредных линий (BIL), полученных от скрещивания сортов Nipponbare – japonica на Kasalath indica (Wang et al., 2010).

Среднее значение длины колеоптиля было использовано в качестве данных по фенотипированию признака для последующего статистического анализа. Обнаружение QTL осуществлялось с использованием композиционного интервального картирования (CIM) программного обеспечения Win QTL картограф 2,5 (Wang и др., 2009; Xu Y., 2012). Показатели LOD (логарифма отношения вероятностей) рассчитывали каждые 2 См на 12 хромосомах, с порогом 2.5. Позиции наивысших значений LOD использовали для определения наиболее вероятного положения QTL по отношению к карте сцепления. Предполагаемый QTL располагается между маркерами, тогда, когда значение LOD больше, чем пороговое. (Mc Couch др., 1997, 2004, 2007). Для того чтобы отличить QTL, обнаруженные в двух различных популяциях, "R" был добавлен к названию QTL, обнаруженному в популяции RIL и "B" было добавлено к QTL, обнаруженному в популяции BIL.

В популяции RIL среднее значение длины колеоптиля при стрессе  $9,13 \pm 1,89$  у сорта Вао ( $9,30 \pm 0,20$ ), у Xiushui 79 ( $7,93 \pm 0,04$ ), коэффициент вариации 20,7 % (рисунок 2 - А) (Wang и др., 2010).

В популяции BIL среднее значение длины колеоптиля в бескислородной среде составляет  $3,89 \pm 0,74$  с диапазоном 2,36-5,56, у сорта Nipponbare ( $4,58 \pm 0,45$ ), у Kasalath ( $2,33 \pm 0,07$ ), коэффициент вариации - 19,1 % (рисунок 2 –Б).

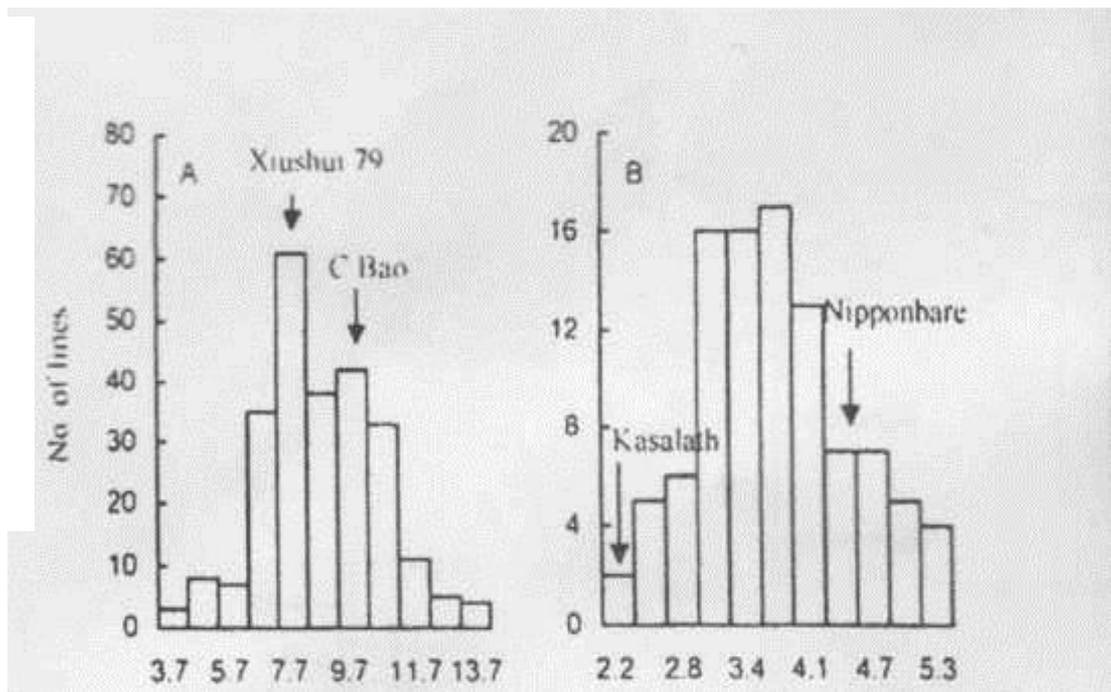


Рисунок 2 - Частоты распределения по признаку длина coleoptilia в бескислородной среде в популяциях Xiushui 79 / Bao RIL (А) и Nipponbare / Kasalath // Nipponbare BIL (Б)

В популяции RIL два QTL были обнаружены на хромосомах 2 и 7 (таблица 3 и рисунок 3). qSAT-2-R определял 8,7 % фенотипической дисперсии и его положительного аллеля, пришедшего из сорта Bao. SSR маркер RM 525 тесно связан с qSAT-2-R, размер продукта амплификации 140 б.п., qSAT-7-R определял 9,8 % фенотипической дисперсии, его положительные аллели пришли также из сорта Bao. Ген qSAT-7-R тесно сцеплен с SSR маркером RM 418, размер продукта амплификации 250 б.п. (Wang и др., 2010).

В популяции BIL были обнаружены шесть QTL по признаку «длина coleoptilia в бескислородной среде» на хромосомах 2, 3, 5, 8, 9 и 12 (таблица 3 и рисунок 4) (Wang и др., 2010).

Таблица 3 - QTL связанные с устойчивостью к прорастанию в бескислородной среде (SAT) в популяциях RIL и BIL (Wang и др., 2010).

Популяция и QTL	Маркерный интервал	Размер, (см)	LOD	Изменение разниц, %	Эффект определения
RIL популяция					
<i>qSAT-2-R</i>	<b>RM525</b> -RM2127	0.1	3.27	8.7	-0.77
<i>qSAT-7-R</i>	<b>RM418</b> -RM11	2.0	3.36	9.8	-0.87
BIL популяция					
<i>qSAT-2-B</i>	R3393- <b>C747</b>	1.0	5.34	16.2	+0.30
<i>qSAT-3-B</i>	<b>C1488</b> -C63	2.0	3.82	11.4	+0.30
<i>qSAT-5-B</i>	<b>R830</b> -R3166	0.0	2.60	7.3	-0.15
<i>qSAT-8-B</i>	R1813- <b>C1121</b>	0.3	2.82	5.8	-0.20
<i>qSAT-9-B</i>	<b>R2272</b> -R2638	0.0	3.63	9.5	+0.30
<i>qSAT-12-B</i>	CI336- <b>R642</b>	3.5	2.99	14.0	-0.30

\*\*Жирным шрифтом указывают на ближайший маркер. <sup>o</sup>Расстояние от ближайшего маркера до предполагаемого QTL. «+» означает, что положительные аллели исходят от Xiushui 79 в RIL или из Nipponbare в популяции BIL; «-» означает, что положительные аллели приходят из C Bao в популяции RIL или из Kasalath в популяции BIL.

Эти QTL определяли от 5,8 % до 16,2 % фенотипического проявления признака. Nipponbare несет положительные аллели локусов *qSAT-2-B*, *qSAT-3-B* и *qSAT-9-B*. Kasalath - положительных аллели локусов *qSAT-5-B*, *qSAT-8-B* и *qSAT-12-B*.

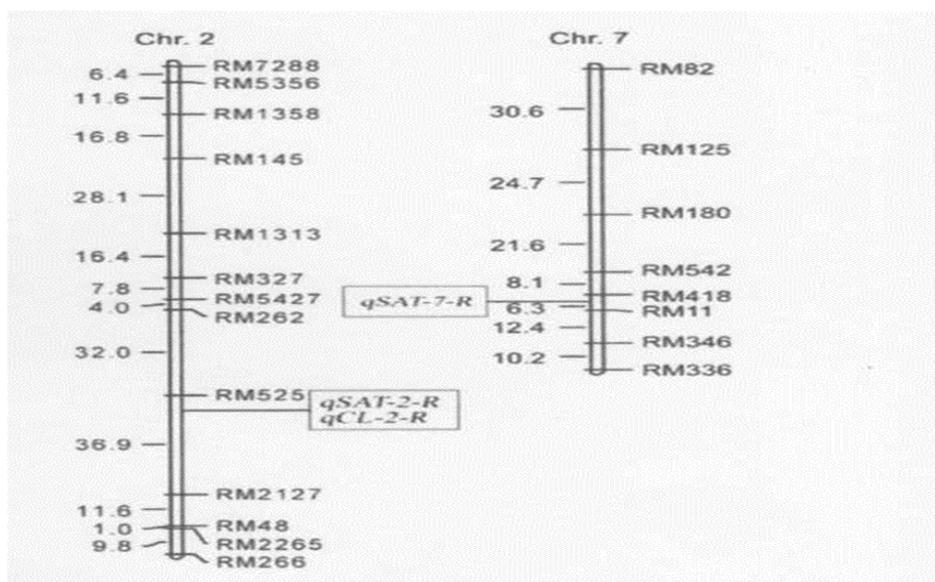


Рисунок 3 - Расположение QTL определяющих устойчивость к прорастанию в бескислородной среде (SAT) на хромосомах риса при фенотипировании признака по длине coleoptilia в популяции RIL при стрессе и нормальных условиях прорастания (Wang и др., 2010)

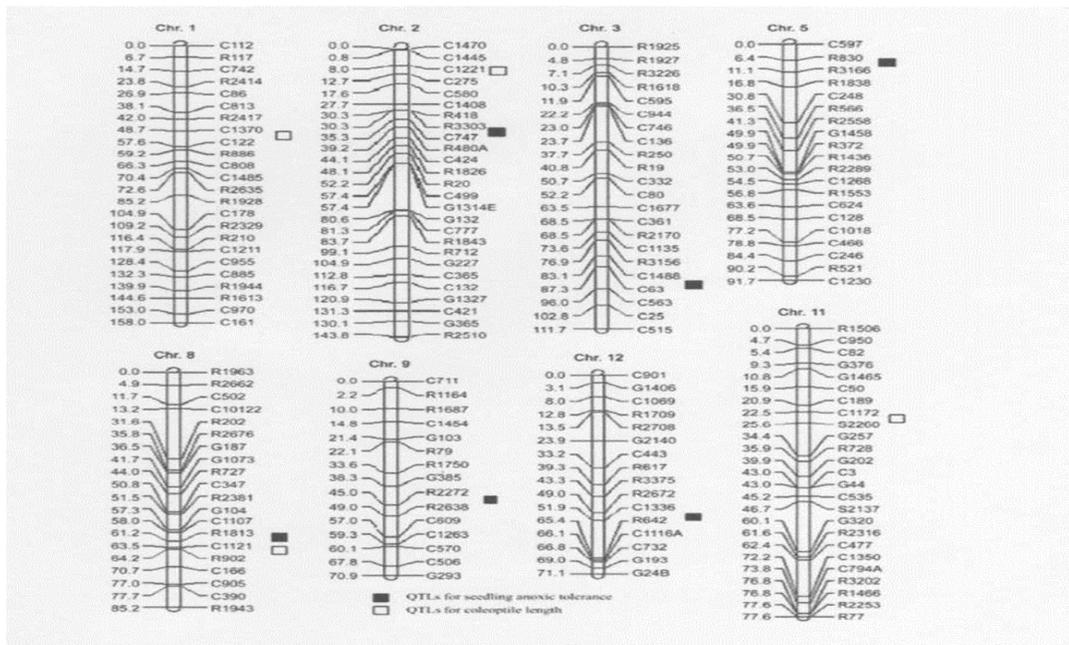
В популяции BIL, в контрольном варианте средняя длина колеоптиля Kasalath ( $11,0 \pm 1,0$  мм) была значительно выше, чем у Nipponbare ( $5,5 \pm 0,3$  мм), а среднее значение BIL составило  $6,4 \pm 1,3$  мм с диапазоном 3,0-10,1 мм, коэффициент вариации BIL - 20,2 % (рисунок 5) (Wang и др., 2010).

В популяции RIL в контрольном варианте был обнаружен только один QTL, связанный с длиной колеоптиля. QTL локализуется в интервале RM525-RM2127 на хромосоме 2. *qCL-2-R* и определяет 5,2 % фенотипических отклонений (таблица 4 и рисунок 3) и его положительная аллель пришла из сорта Xiushui 79. В контрольном варианте популяции BIL были обнаружены четыре QTLs, определяющие длину колеоптиля. Они находились на хромосомах 1, 2, 8 и 11. Эти QTL определяют от 4,0 % до 10,3 % фенотипических отклонений (таблица 4 и рисунок 4). Положительная аллель *qCL-1-B* была получена от сорта Nipponbare (Wang и др., 2010).

Таблица 4 - QTLs, определяющие длину колеоптиля при нормальных условиях проращивания (Wang и др., 2010).

Популяция и QTL	Маркерный интервал	Размер, (см)	LOD	Изменение разниц, %	Эффект определения
RIL популяция					
<i>qCL-2-R</i>	<b>RM525-RM2127</b>	13.0	2.50	5.20	+0.14
BIL популяция					
<i>q CL-1-B</i>	<b>C1370-C122</b>	2.0	4.12	10.3	+0.50
<i>qCL-2-B</i>	<b>C1221-C275</b>	0.9	2.52	4.0	-0.30
<i>q CL-8-B</i>	<b>C 1121-R902</b>	0.0	3.18	8.1	-0.50
<i>qCL-11-B</i>	<b>C1172-S2260</b>	1.2	6.39	9.7	-0.30

\*Жирным шрифтом указывают на ближайший маркер. Расстояние от ближайшего маркера до предполагаемого QTL. «+» означает, что положительные аллели исходят от Xiushui 79 в RIL или из Nipponbare в популяции BIL; «-» означает, что положительные аллели приходят из C Bao в популяции RIL или из Kasalath в популяции BIL.



■ -QTL в бескислородной среде

□ -QTL длины колеоптиля

Рисунок 4 - Расположение QTLs, определяющих устойчивость к прорастанию в бескислородной среде (SAT) на хромосомах риса при фенотипировании признака по длине колеоптиля в популяции RIL при стрессе и нормальных условиях прорастания (Wang и др., 2010)

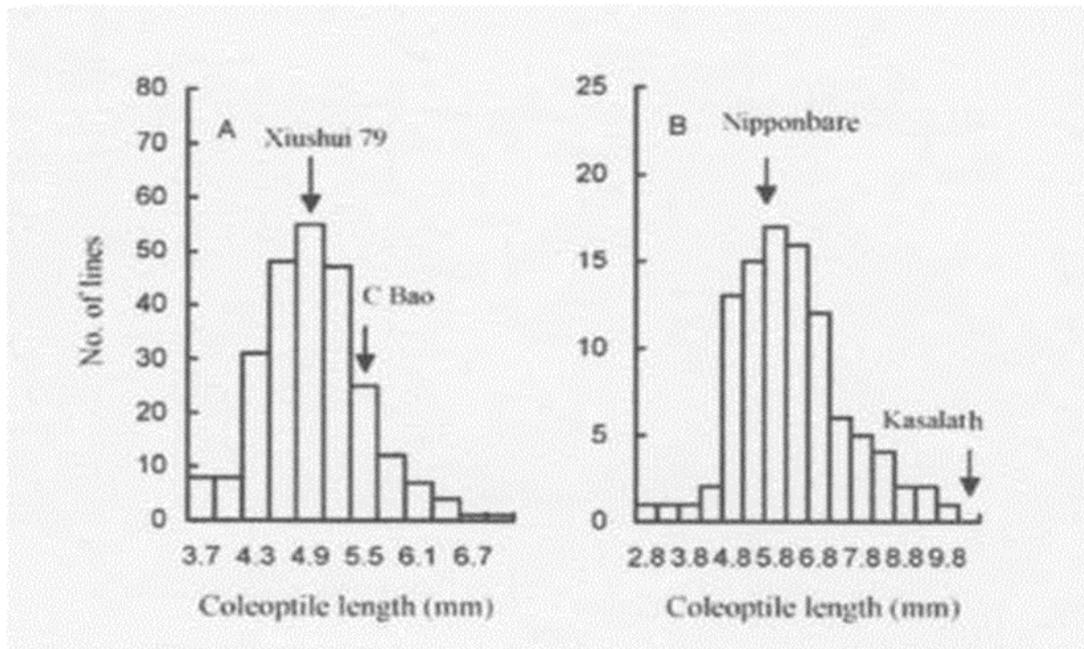


Рисунок 5 - Частотные распределения длины колеоптиля в Xiushui 79 /Bao RIL (A) и Nipponbare / Kasalath // Nipponbar BIL (B) (Wang и др., 2010)

Сейчас локализовано большое количество генов, связанных с «высокой скоростью роста» на начальных этапах развития. Фенотипически данный признак определяется очень легко, но все российские сорта обладают сравнительно высокой скоростью роста в начальных этапах развития, однако, наша задача создать сорта с улучшенными характеристиками. Именно для этого нам необходимо применять метод молекулярного маркирования (позволяющий разделить образцы с разными аллелями по изучаемому признаку).

Все вышеперечисленное подтверждает актуальность темы исследования по скорости роста проростков, выделения образцов-доноров по признаку. Это подтверждается ранее проведенными исследованиями, показавшими наличие полиморфизма по признаку «скорость роста» как на молекулярном, так и на организменном уровне и наследования признаков в последующих поколениях.

## **2 Условия, материал и методика исследований**

### **2.1 Материал для исследований**

Материалом для проведения исследований послужили сорта риса российской (приложение 1), итальянской (приложение 2), филиппинской и китайской (приложение 3) селекции, гибридные образцы селекционного, контрольного и конкурсного питомников, а также участка размножения. Перспективные сорта местной селекции, а также районированные сорта Краснодарского края: Аметист, Анаит (ВНИИР 10184), Атлант, Визит (ВНИИР 3315), Виола, Виолета, Гагат, Гамма, Дружный, Изумруд, Кумир (КПУ-67-01), Кураж, Курчанка, Лиман, Мавр (Г-176), Новатор, Победа 65 (ВНИИР 10173), Рапан, Регул, Серпантин, Снежинка, Соната, Сонет, Флагман, Фонтан, Хазар, Шарм (ВНИИР 10200), Южная ночь (ВНИИР 10234), Южный, Янтарь.

### **2.2 Почвенно – климатические условия проведения исследований**

Исследования проведены в лизиметрических и лабораторных опытах лаборатории генетики и гетерозисной селекции ВНИИ риса с 2013 по 2015 годы.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса расположен в Западной зоне Краснодарского края. Почвы опытных полей лугово-черноземные, сформированные на лессовидных и аллювиальных породах (Богатырев Л.Г., 1988.).

Рисовые лугово-черноземные почвы (бывшие черноземы, луговато - и лугово-черноземные) являются преобладающими в точном секторе древней дельты. Данные почвы характеризуются изменениями мощности гумусового профиля от 100 до 130 см, реже – до 80 см (Авакян К.М., Агарков В.Д., Алексеенко Е.В. и другие, 2005). Механический состав этих почв глинистый, по профилю не вполне однородный. Верхние горизонты, по

сравнению с ниже лежащими уплотненными, обеднены глинистыми и илистыми частицами (Блажний Е.С., 1971). Из-за значительного количества крупно-пылевых частиц эти почвы обладают благоприятными водно-физическими свойствами (Гольфанд Б.И., 1970). Содержание гумуса в поверхностном горизонте составляет 2,8-3,4 % (Вальков В.Ф., 1996, Богатырев Л.Г., 1988). Содержание общего азота составляет в пахотном горизонте 0,21-0,34 % (Куркаев В. Т., 1976, Кириченко К.С., 2008). Глубина гумусового горизонта около 100 см (Гольфанд Б.И., 1970; Редькин Н. Е., 1976; Кириченко К.С., 2008).

Реакция водной вытяжки у этих почв нейтральная и слабощелочная (Шеуджен А.Х., 2001). Содержание водорастворимых солей в верхних горизонтах небольшое 0,15-0,18 % (Куркаев В.Г., Бунякина Р.Ф., 1976).

В годы проведения опытов температура воздуха в мае была выше средней многолетней (+16,9 °С), что способствовало появлению дружных всходов. В 2014 году в июне месяце температура была выше средней многолетней (+21,7 °С) с обильными осадками. Температура воздуха июля и августа была высокая и значительно превышала нормативные значения (25,1 и 26,3 °С), практически без осадков в августе. В сентябре этого же года были обильные осадки, превышающие средние многолетние данные, что привело к затянувшейся уборке.

В 2015 году температура воздуха с мая по сентябрь была выше средней многолетней на 1-2 °С. Осадков в летний период было меньше, чем по многолетним данным.

Таким образом, длительный безморозный период и обилие тепла создают благоприятные условия для нормального роста и развития растений риса. Климатические условия за годы проведения опытов были вполне благоприятны для роста и развития растений. Характеристика погодных условий, сложившихся в годы проведения наших исследований представлена в таблице 5.

В 2013 – 2015 гг. проведения исследований, когда опыт закладывался в поле, осадки в мае были ниже средних многолетних данных, что позволило провести посев в оптимальные сроки.

Таблица 5 - Характеристика погодных условий за 2013-2015 гг.

Месяц	2013г.		2014г.		2015г.	
	Среднемесячная температура воздуха, °С	Осадки за месяц, мм	Среднемесячная температура воздуха, °С	Осадки за месяц, мм	Среднемесячная температура воздуха, °С	Осадки за месяц, мм
Апрель	12,9	11,2	12,1	21,7	10,0	61,1
Май	20,2	41,7	19,1	40,7	17,1	47,1
Июнь	22,7	106,4	21,6	73,0	22,1	154,8
Июль	24,4	99,9	25,4	25,6	24,2	54,4
Август	24,8	6,2	23,6	0,0	25,5	89,7
Сентябрь	16,8	114,5	19,8	60,6	22,5	2,5

Из данных таблицы можно сделать вывод о том, что в 2015 году осадки за август месяц составили 89,7 мм, в результате чего сдвинулись сроки уборки. В 2013 году август характеризовался минимальными осадками, своевременным созреванием растений риса, что обуславливало своевременное начало уборочной компании, но в сентябре пришлось остановить уборку риса, так как месяц характеризовался наибольшим количеством осадков, что привело к высокой влажности зерна.

## 2.3 Методы проведения исследований

### 2.3.1 Методика проведения лизиметрических опытов

Вегетационный, лизиметрический опыт - метод исследования жизнедеятельности растений и свойств почвы, проводимый в строго

контролируемых условиях для изучения действия отдельных изолированных факторов или их сочетания, которые проводились в 2014 и 2015 годах на территории ФГБНУ «ВНИИ риса».

Основные технологические приемы при постановке таких опытов с почвенными культурами следующие: отбор почвы с поля, ее подготовка, заполнение лизиметров, внесение удобрений, посев, полив, уход, наблюдение и учет урожая.

Однородность почвы по плодородию в опытных лизиметрах достигается путем ежегодного обновления ее верхнего слоя (глубина 10 см). Почва отбирается с участков рисовой оросительной системы. Ее подготовка для опытов заключается в приведении в однородную по своему составу и свойству массу путем перемешивания, пропускания через сито и удаления камней, корней и пожнивных остатков. Почва, подготовленная таким образом, позволяет равномерно вносить расчетные дозы удобрений и заделывать их на глубину в 10 см.

В качестве основных элементов питания в наших опытах применяли соли сульфата аммония, хлорида калия и двойной суперфосфат. Их расчетную норму вносили в три приема: 50 % перед посевом и по 25 % в фазу трех и шести листьев.

Посев риса проводился сухими семенами на глубину до 1 см. Перед посевом поверхность почвы выравнивали и уплотняли. Равномерное распределение растений на делянке достигается путем посева семян по трафаретам, с помещением в каждое гнездо двух зерновок. После получения всходов проводят их прореживание с оставлением в гнезде по одному примерно одинаково развитому растению, что уменьшает разнокачественность растений посева. Посев, проводили однорядковыми делянками, с расстоянием между рядками 10 см. На одном рядке оставляли 20 растений. Густота стояния составляла 200 растений на квадратный метр. В качестве стандартов использовали сорта: Рапан, Флагман и Снежинка. В течение вегетационного периода строго поддерживается

укороченный режим орошения риса, который сводится к получению всходов на увлажненной почве, их затоплению слоем воды в 2-3 см в фазу 1-2 настоящих листьев, увеличению этого слоя воды по мере роста растений до 7-8 см и его поддержанию до конца созревания риса (Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И., 1972).

Проводили фенологические учеты и наблюдения. Для биометрического анализа брали все растения, выращенные в лизиметрах. Анализировали следующие признаки: высота растения, число зерен на метелке, длина вегетационного периода от посева до цветения, длина и ширина флагового листа, угол наклона флагового листа, выход метелки, длина метелки, длина и масса корневой системы, масса абсолютно сухих растений. Выход соцветия измеряли как расстояние между влагалищем флагового листа и узлом метелки. За длину и ширину флагового листа принимали среднюю величину этого признака у 30 растений.

Для анализа данных и оценки достоверности построения дендрограмм и графиков, использовали программу STATISTICA 6.0.

### 2.3.2 Отбор растений для анализа по фазам вегетации

Полученные однородные по густоте и развитию растений посевы позволяют у исследуемых сортов выяснять особенности фотосинтетических и продукционных процессов, количественные параметры признаков, определяющих их разную урожайность. Все это служат основой для разработки и совершенствования методов оценки, селекционных образцов на продуктивность и создания физиологических моделей перспективных сортов риса.

При изучении фотосинтетических и продукционных процессов большое значение имеет правильный отбор растений для анализа по фазам вегетации, которые по своим морфологическим параметрам должны наиболее близко приближаться к усредненным величинам изучаемых признаков растений всего посева исследуемого сорта. В опытах

лаборатории физиологии ВНИИ риса этого достигают путем установления в микро делянке среднеразвитых растений, масса которых близка к средней величине всех растений образца. Такие растения выявляются по среднему значению общего и продуктивного кущения, наблюдаемого на закрепленных площадках у большого числа растений каждого сорта и варианта опыта. Число растений в каждой отбираемой пробе 10 штук (Скаженник М.А., Воробьев Н.В., Досеева О.А. 2009).

### 2.3.3 Выращивание растений для выделения линий с высокой скоростью роста и продуктивностью растений риса

Полевые опыты размещались на опытно-производственном участке ВНИИ риса с 2014 по 2015годы.

С целью оценки продуктивности и выделения линий с высокой скоростью роста в полевых условиях по схеме селекционного питомника было высеяно 300 семей отобранных из гибридных комбинаций F2- F10. Посев однорядковыми делянками кассетной сеялкой с междурядьем 22 см 2,8 м, 100 зерен на рядок. По темпам роста анализировался весь материал, полученный нами в лаборатории.

Нерасщепляющиеся образцы высеяны 5 м делянками по схеме контрольного питомника. Стандартом был сорт Снежинка. Полевые опыты проводились в соответствии с методикой ВНИИ риса, общепринятой методикой полевого опыта и методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И., 1972).

Агротехнические мероприятия проводились в соответствии с методикой ВНИИ риса. Норма внесения минеральных удобрений - оптимальная, в соответствии с рекомендациями и сортовыми особенностями. Посев в опытах производился в оптимальные сроки с 1 по 15 мая (Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.М., 1972; Мазур Т.Г., 1981).

Всходы риса получали при увлажнительных поливах до образования 1-2 листьев. По мере роста и образования новых листьев слой воды повышался до 8-10 см и поддерживался до уборки риса.

Изучение высоты проростка проводили при первом сбросе воды, который соответствует максимальным темпам роста в фазе начала кущения (Мазур Т.Г., 1981).

#### 2.3.4 Методика изучения темпов роста в лабораторном опыте

Исследования проводились в лаборатории генетики ВНИИ риса с 2013 по 2015 годы. Семена каждого образца (50 шт.) с целью уничтожения грибковой микрофлоры обрабатывали 12-процентной перекисью водорода в течение 15 минут. Разделяли на 2 повторности по 25 шт, семена раскладывали в чашки Петри на фильтровальной бумаге, накрывали крышкой, чтобы исключить испарение воды. Заливали дистиллированной водой. Проращивали исследуемые образцы в термостате при температуре 29 °С в течение четырех суток. На пятые сутки отбирали 20 типичных проростков с каждого варианта и определяли у них длину зародышевого корня и coleoptily (Сметанин А.П., 1972).

#### 2.3.5 Маркирование сортов риса

Маркирование сортов риса по признаку «скорость роста проростка» проводили с использованием SSR маркеров (58 маркеров). ДНК риса выделяли из этиолированных проростков и листьев с помощью STAB-метода в различных модификациях. Постановку полимеразной цепной реакции (ПЦР) и визуализацию продуктов амплификации проводили по методике Международного института риса (Гончарова Ю.К., 2014).

Использовали приборы и оборудование: Чашки петри, ножницы, пробирки, ступки, встряхиватель, центрифуга (MPW – 260R), пипетки,

дозаторы, рН метр, дистиллят, холодильник, плашки, ванночки, амплификатор (CFX 96 Real-Time System), электрофорезная камера (EPS – 300X), транс элюминатор (Bio – PRINT ST 4).

*ВЫДЕЛЕНИЕ ДНК ИЗ ЛИСТЬЕВ РИСА МОДИФИЦИРОВАННЫМ  
«СТАВ» МЕТОДОМ*

Отбор листьев проводили на 14 день после прорастания семян.

1. Мелко нарезаем 1-2 листа риса в 2 мл пробирку, чем моложе лист, тем легче и больше можно выделить ДНК. Можно измельчить листья в ступке.

2. Добавляем 800 мкл двухкратного буфера, содержащего цетилтриметиламмоний бромид (2ХСТАВ), нагретого до 65 °С. Тщательно перемешиваем.

3. Быстро охлаждаем и добавляем 800 мкл хлороформ-изоамилового спирта (24:1). Перемешиваем на шейкере при комнатной температуре в течение 20 минут. Центрифугируем при 12000 оборотов в минуту в течение 10 минут.

4. Осторожно переносим верхний слой в новую 2 мл пробирку.

5. Добавляем 400 мкл ледяного (-20 °С) изопропилового спирта (на 1 объем/1 объем), инкубируем в течение от 30 минут до 1 часа (или в течение ночи).

Нуклеиновые кислоты (включая РНК) осаждаются изопропиловым спиртом. Осажденную ДНК можно хранить несколько дней при температуре -20 °С.

6. Центрифугируем при 12000 оборотов в минуту в течение 10 минут. При увеличении времени центрифугирования возрастает выход ДНК.

7. Осторожно сливаем изопропиловый спирт и шарик, стараясь не вылить осадок ДНК. Добавляем в пробирку 0,5-1 мл охлажденного 70 % этанола. Повторяем процедуру два раза.

8. Растворим осадок в ТЕ буфере (200 мкл).

Раствор выделенной ДНК хранить при  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Полученный раствор ДНК разводят стерильной дистиллированной водой по мере необходимости. Стоковый раствор хранят при  $t\ -20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и рабочие растворы при  $t\ 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### *ПРОВЕДЕНИЯ ПЦР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАШЕК НА 98 ОБРАЗЦОВ.*

Полимеразная цепная реакция проводилась в реакционном буфере: 60 мМ Трис-НСl (рН 8.5), 25мМ КСl, 1,5мМ MgCl<sub>2</sub>, 0,1 % Тритон Х-100, 10 мМ 2-меркаптоэтанол с применением ДНК праймеров, подобранных к участку генома, где локализован исследуемый ген.

1. В плашки для ПЦР на дно каждой пробирки вносим многоканальной пипеткой по 2 мкл ДНК. Процедуру проводим в контейнере со льдом, накрываем крышками, храним в холодильнике при температуре  $t\ -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. Смесь готовим на все количество проб с 5-10 % превышением, все процедуры проводят в контейнере со льдом. Пример расчета количества компонентов смеси приведен в таблице 7. Для каждого маркера готовят отдельный премикс.
3. В ванночку для ПЦР добавляем премикс, праймеры, полимеразу и затем смешиваем. Многоканальной пипеткой вносим по 8 мкл смеси в каждую ячейку плашки для ПЦР с уже внесенной на дно пробирки ДНК, добавляем по 1 капле минерального масла, накрываем крышкой и помещаем в амплификатор. При необходимости готовые к ПЦР плашки можно несколько часов хранить в холодильнике при  $t\ -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
4. Конечную смесь перемешиваем легким постукиванием по пробирке с последующим стряхиванием или центрифугированием 1-2 мин для снятия жидкости со стенок проборок.
5. Поместим пробирки в термоциклер и настроим его на режим подобранных заранее температур.

Таблица 7 - Компоненты (мкл) входящие в реакционную смесь при ее объеме 10 мкл

Компоненты	Количество реакций		
	1	105	35
Стерильная бидистиллированная вода	3,7	388,5	130
Тагбуфер, 10 кратный	1	105	35
Дезоксинуклеозидтрифосфаты	1	105	35
MgCL <sub>2</sub>	0,3	31,5	10,5
Праймер 1	0,5	52,5	17,5
Праймер 2	0,5	52,5	17,5
ДНК - или РНК-матрица	2	205	35
Тақ-полимераза	1	105	70

### *Приготовление геля.*

1. Для приготовления разделяющего геля смешиваем компоненты (за исключением ТЕМЕД и APS) в соответствии с данными, приведенными в таблице (толщина геля и концентрация геля). Полученную смесь тщательно перемешиваем.

3. Полученный раствор разделяющего геля осторожно вливаем между стеклянными пластинами до их верхнего края.

4. Немедленно после этого вставляем гребенку между стеклянными пластинами.

5. Оставляем гель застывать (до 20 минут).

### *ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ ДНК ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ В ГЕЛЬ.*

1. Приготовление анализируемой пробы ДНК. Для этого к 2 мкл красителя в буфере для нанесения добавим 5 - 6 мкл ПЦР продукта, если ПЦР продукта недостаточно, то смешаем 2 мкл образца с 3 мкл геля для нанесения. Перемешаем при пепетировании или центрифугировании. Нанесем тем же наконечником автоматической пипетки в лунку геля 5-6 мкл данной смеси.
2. Для приготовления раствора к 1 мл H<sub>2</sub>O добавляем 5 мг БЭ. Хранить в холодильнике.

3. Для приготовления утяжеляющего раствора в 5 мл воды растворяем 0,05 г бромфенолового синего. К полученному раствору добавляем 12 г сахарозы, растворяем и доводим объем до 20 мл.

*Нанесение образцов и проведение электрофореза.*

1. Подготовим образцы и смешаем их с буфером для образцов в соотношении 1:1.

3. Центрифугируем раствор для лучшего смешивания.

4. С помощью дозатора наносим полученные образцы в лунки, образованные с помощью гребенки.

5. Подключаем электрофорезную камеру к источнику тока.

6. Электрофорез проводят при постоянном токе - 20 мА для одного геля и 40 мА для двух гелей. В этих условиях гель проходит за 40-50 минут (таблица 8).

7. По достижению краской нижнего края геля отключаем ток.

8. Удаляем пластинки с гелем из электрофорезной камеры.

9. Осторожно вынимаем спейсеры, находившиеся между стеклянными пластинками.

10. Отделяем гель от стеклянных пластинок.

11. Окрашиваем гель БЭ 20 минут при медленном перемешивании на шейкере, прикрыв раствор от света.

12. Проводим просмотр геля в ультрафиолетовом свете на транс элюминаторе или системе гель документации.

Таблица 8 - Продолжительность электрофореза для разделения ПЦР продуктов с различной молекулярной массой

Длина фрагмента	Продолжительность электрофореза
100 -120 п.о.	60-75 мин
120 -150 п.о.	75-90 мин
150 и более	120 мин

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1 Полиморфизм российских сортов по темпам роста

Полиморфизм российских сортов риса по темпам роста изучался различными учеными. Так, Н.В. Воробьев (1985) занимался изучением прорастания семян риса в условиях пониженных температур, а также при недостатке кислорода. Он проводил наблюдения за жизнеспособностью семян риса при погружении их в холодную воду от 0 (контроль) до 28 дней на 2 сортах риса.

В.Я. Рубан (2003) проводил лабораторные исследования по оценке темпов роста проростков. В качестве стандарта он брал сорта Кубань 3 и ВНИИР 17, которые отличались высокими темпами роста проростков в фазу всходов и наиболее выраженными признаками устойчивости к постоянному затоплению в период получения всходов (Рубан В.Я, 2003).

В.В. Тараненко (2003) проводил исследования сортов по признаку «жизнеспособность семян риса, при постоянном затоплении» ( $t=18,8$  °С, заделка семян 2 см, экспозиция 27 суток). В лабораторном опыте им был взят в качестве контроля также сорт ВНИИР17.

В настоящее время сорта Кубань 3 и ВНИИР 17 практически не используются в производстве. Большинство сортов, выделенных как источники по признаку «высокие темпы роста», в ранее проведенных исследованиях в производстве также не используются, при этом уже созданы новые, темпы роста, которых ранее не изучались.

В проведенных нами с 2013 по 2015 гг. исследованиях изучены 50 сортов риса российской селекции (рисунок 6-8, приложение 4-5). Проращивали семена при температуре воздуха 28 °С, учет скорости роста проростков проводили на седьмые сутки. За стандарт были взяты сорта: Рапан, Снежинка и Флагман. Были проанализированы следующие признаки: высота coleoptиле и длина зародышевых корешков, см.

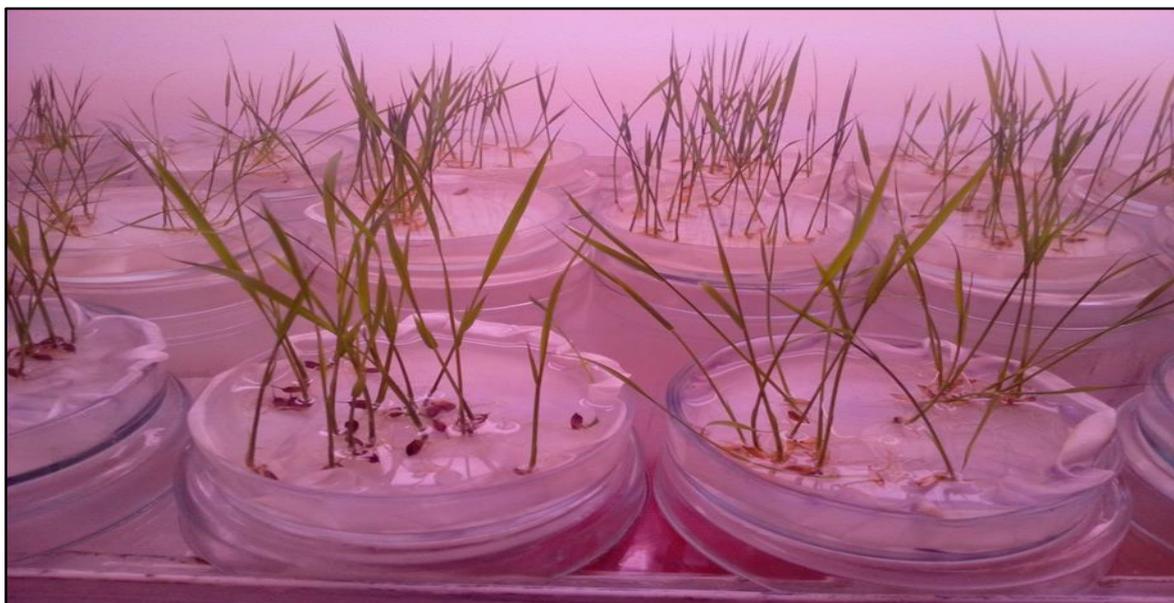


Рисунок 6 - Семидневные проростки сортов риса российской и итальянской селекции

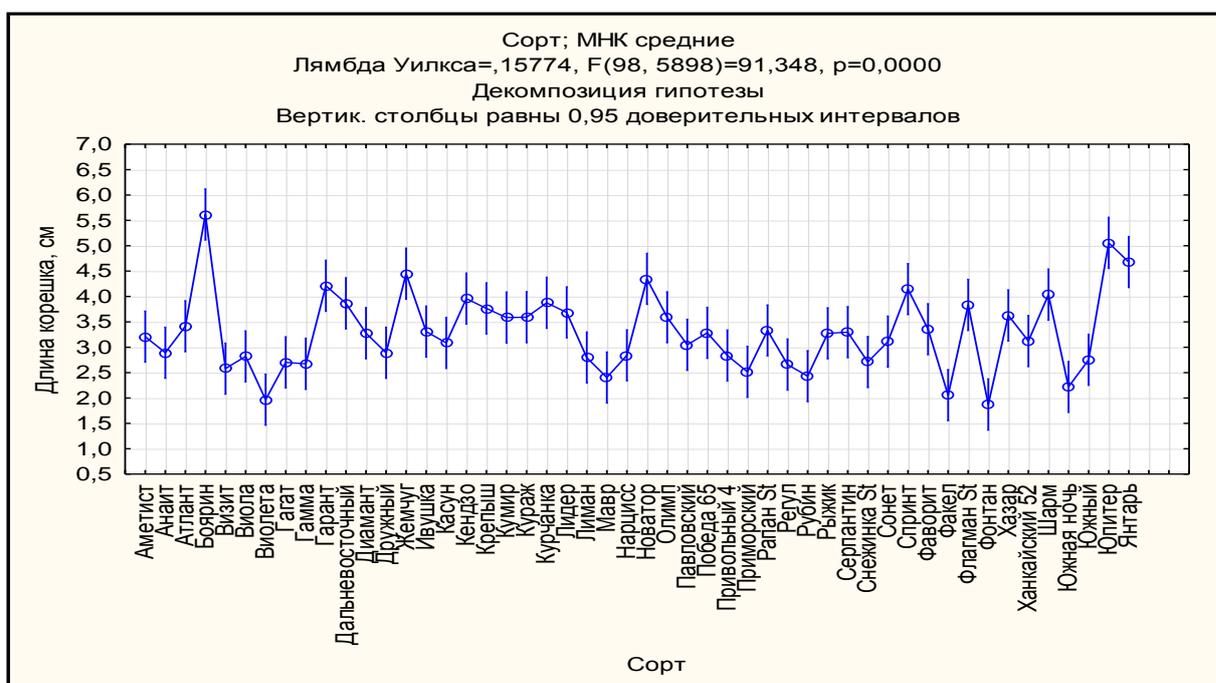


Рисунок 7 - Характеристика российских сортов, по длине зародышевого корешка, см 2013 – 2015 гг. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

При анализе данных лабораторного опыта выделили сорта с высокими темпами роста зародышевого корешка: Боярин – 5,6 см, Юпитер – 5,1 см, Янтарь – 4,7 см, Жемчуг – 4,4 см, Новатор – 4,3 см, Гарант – 4,4 см и Спринт – 4,1 см.

Также выделили сорта с низкими темпами роста: Виолета (1,9 см), Факел (2,0 см), Фонтан (1,8 см). Сорта-стандарты: Снежинка (2,8 см) и Рапан (3,3 см) характеризовались более низкими темпами роста, чем Флагман (3,8 см).

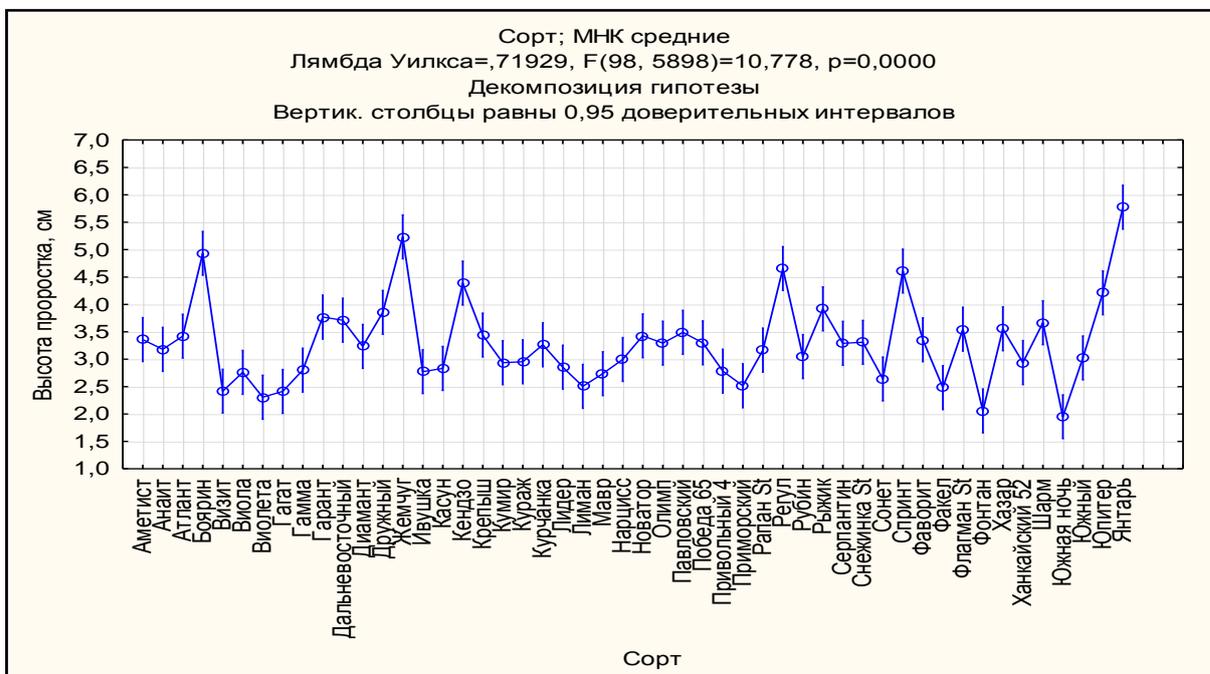


Рисунок 8 - Характеристика российских сортов, по высоте проростка, см 2013 – 2015 гг. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

При изучении признака «высокая скорость роста» колеоптиля, выделены сорта, которые превышали по высоте проростка стандартные сортообразцы: Янтарь (5,8 см) превосходил Флагман St (3,6 см) на 2,2 см, Снежинку (3,3 см) – на 2,5 см и Рапан (3,1 см) – на 2,7 см; Жемчуг (5,2 см) на 1,6 см, 1,9 см и 2,1 см; Боярин (4,9 см) – на 1,3 см, 1,6 см и 1,8 см соответственно.

Регул (4,7 см) – 1,1 см, 1,4 см, и 1,6 см; Спринт (4,6 см)– 1,0 см, 1,3 см и 1,5 см. Так же можно выделить образцы с низкими темпами роста колеоптиля: Южная ночь (2,0 см), Фонтан (2,0 см), Виолета (2,3 см), Гагат (2,4 см).

Продуктивность метелки сортов является одним из основных показателей элементов структуры продуктивности растений риса и хозяйственно-ценным признаком в селекции (таблица 9).

Таблица 9 – Масса зерна главной метелки российских образцов, г 2014-2015гг.

Наименование образца	Масса главной метелки, г			
	Среднее значение за 2 года	Стандартная ошибка	Доверительный интервал	
			-95,00%	+95,00%
Хазар	3,19	0,25	2,61	3,77
Мавр	1,69	0,22	1,19	2,19
Соната	2,72	0,29	2,06	3,38
Визит	2,62	0,09	2,41	2,83
Боярин	<b>4,07</b>	0,35	3,27	4,86
Рыжик	3,04	0,17	2,66	3,41
Атлант	<b>4,34</b>	0,29	3,70	4,99
Жемчуг	<b>4,25</b>	0,19	3,46	4,79
Наташа	1,45	0,10	1,22	1,67
Рапан St	<b>4,03</b>	0,26	3,45	4,62
Партнер	2,77	0,25	2,20	3,34
Виктория	3,77	0,23	3,28	4,26
Гамма	3,50	0,11	3,24	3,75
Каприз	3,15	0,30	2,48	3,82
Фаворит	3,03	0,22	2,52	3,53
Регул	2,02	0,20	1,46	2,58
Спринт	<b>4,11</b>	0,30	3,01	4,57
Флагман St	3,48	0,21	2,90	4,06
Кураж	3,38	0,33	2,63	4,12
Юпитер	<b>4,01</b>	0,22	2,67	4,13
Полевик	2,98	0,22	2,48	3,48
Привольный-4	2,56	0,16	2,23	2,90
Лидер	3,50	0,19	3,10	3,90
Орион	3,64	0,24	3,09	4,18
Казачок-4	2,69	0,18	2,29	3,08
Гарант	<b>4,12</b>	0,19	3,01	4,42
Южный	3,16	0,37	2,34	3,99
Сонет	<b>3,93</b>	0,26	3,37	4,49
Диамант	3,58	0,17	3,19	3,96
Анаит	3,37	0,10	3,14	3,60
Крепыш	2,51	0,20	2,05	2,97
Янтарь	<b>3,99</b>	0,18	3,15	4,11
Кендзо	<b>3,85</b>	0,22	3,15	4,16
Дождик	3,05	0,17	2,69	3,41
Гагат	2,39	0,32	1,51	3,27

Продолжение таблицы 9

Ивушка	2,85	0,19	2,42	3,27
Снежинка St	3,17	0,50	1,77	4,57

Анализируя данные таблицы 9, можно сделать вывод о том, что среди сортов российской селекции с высокой массой главной метелки характеризовались сорта: Сонет, Спринт, Боярин, Жемчуг, Юпитер, Гарант, Кендзо, Янтарь, Атлант, Рапан.

На рисунке 9 приведена характеристика российских сортообразцов по обоим изучаемым признакам, что позволяет нам выделить сорта, характеризующиеся высокими темпами роста как колеоптиля, так и зародышевого корешка: Янтарь, Юпитер, Спринт, Жемчуг, Гарант, Кендзо, Боярин. Эти сорта мы рекомендуем использовать в качестве источников с высокими темпами роста колеоптиля при создании длиннозерных, крупнозерных и высокоамилозных сортов.

Величина признака «длина колеоптиля» у отечественных сортов по темпам роста варьировала в пределах от 1,9 см до 5,8 см.

По длине зародышевого корешка отмечено варьирование показателя в пределах от 1,8 см до 5,6 см.

Анализируя данные таблицы 9 и рисунка 9, можно сделать вывод о том, что сорта, характеризующиеся высокими темпами роста как колеоптиля, так и зародышевого корешка, были выделены как продуктивные сорта. А следовательно, они являются «источниками» скорости роста и продуктивности растений.

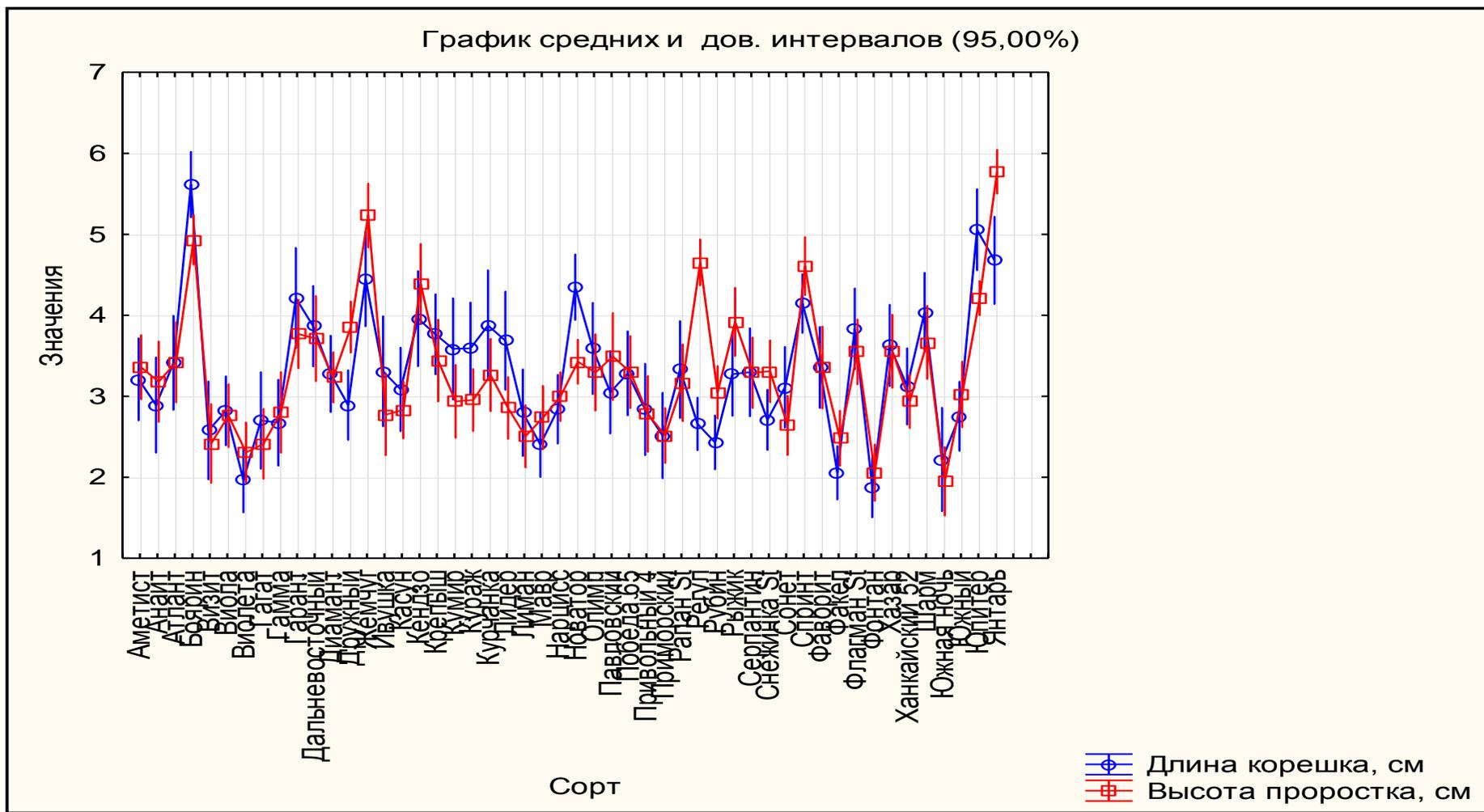


Рисунок 9 - Взаимосвязь скорости роста зародышевого корешка и высоты проростка сортов российской селекции, см 2013-2015 гг. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

### 3.2 Полиморфизм по темпам роста итальянских сортов

По обмену селекционным материалом с фирмой «Сапис», были получены 22 сорта итальянской селекции. Среди них крупнозерные, длиннозерные и среднезерные образцы. В том числе сорта, занимающие максимальные посевные площади в Италии: Centauro, Volano, Selenio (крупнозерный – Volano, Arborio, Carnise, длиннозерные – Oceano, Musa, короткозерные – Selenio, Centauro). Темпы роста итальянских образцов были изучены нами с использованием аналогичной методики (рисунок 10 - 11, приложение 6 - 7). В качестве стандарта использовали российский сорт – Рапан.

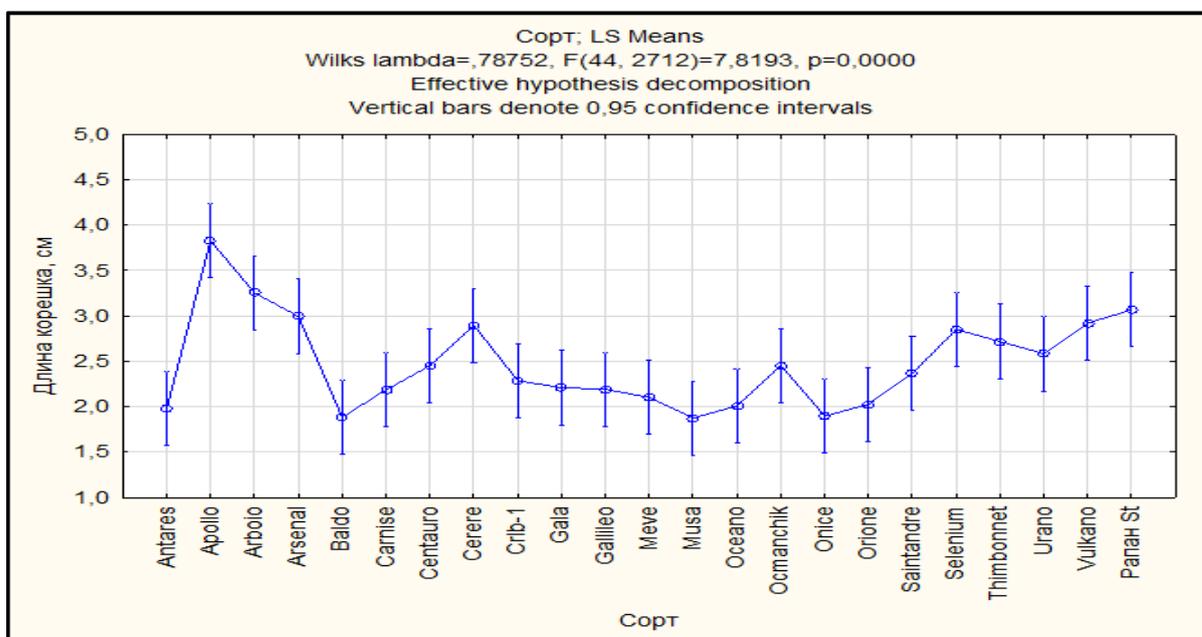


Рисунок 10 - Скорость роста зародышевого корешка итальянских сортообразцов, см 2013-2015 гг. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

Высокие темпы роста зародышевого корешка отмечена у сортов итальянской селекции: Apollo (3,7 см), Arborio (3,3 см), Arsenal (3,0 см) и российского сорта-стандарта Рапан (3,0 см). Большинство итальянских сортов характеризовались более низкими темпами роста зародышевого корешка, по сравнению со стандартом. Низкой скоростью роста

зародышевого корешка среди сортов итальянской селекции отличались сорта: Анис, Муза, Бальдо и Антарес.

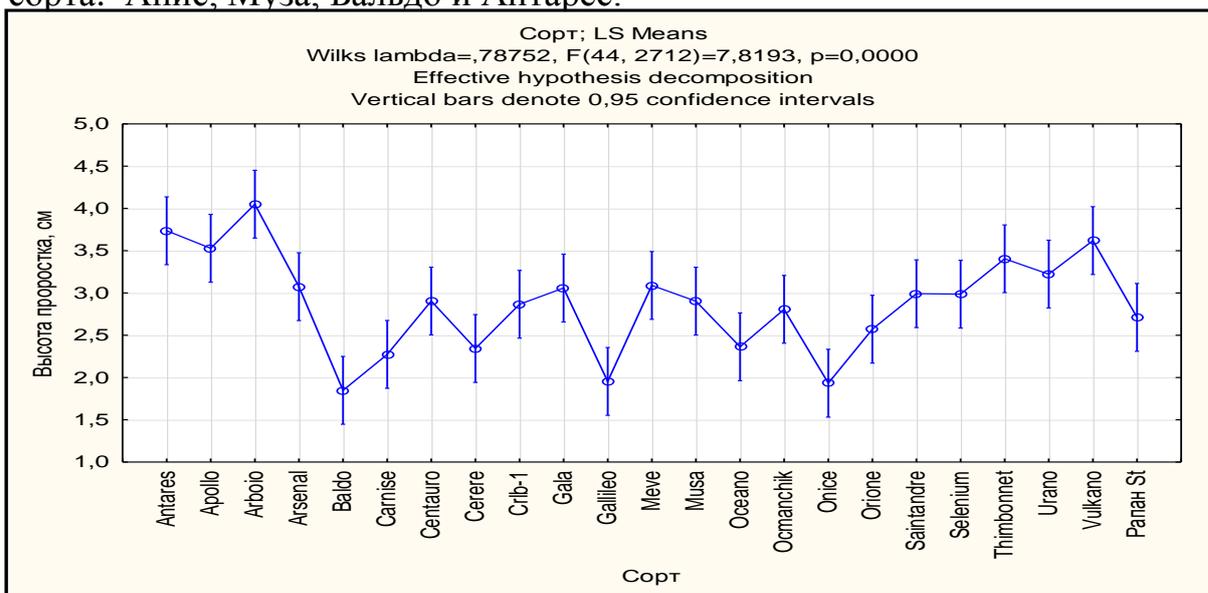


Рисунок 11 - Характеристика темпов роста проростка итальянских образцов, см 2013-2015 гг. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

Анализируя данные по скорости роста coleoptilia, можно выделить источники «скорость роста» у сортов итальянской селекции: Arborio (4,0 см), Antares (3,7 см), Apollo (3,5 см) и Vulcano (3,6 см), которые превышали по признаку сорт - стандарт Рапан (2,7 см). Три сортообразца можно охарактеризовать как сорта с «низкими темпами роста и развития» coleoptilia: Baldo (1,8 см), Муза (1,9 см) и Onice (1,9 см).

На рисунке 12 приведена характеристика итальянских образцов по обоим изучаемым признакам, что позволяет нам выделить образцы, характеризующиеся высокой скоростью роста как coleoptilia, так и зародышевого корешка: это образцы Apollo, Arborio, Arsenal, Thimbonnet и Vulcano. Эти сорта мы рекомендуем использовать в качестве источников с высокими темпами роста coleoptilia при создании длиннозерных, крупнозерных и высокоамилозных сортов.

У сортов итальянской селекции отмечено варьирование признаков: «длина зародышевого корешка» от 1,8 см до 3,8 см; «скорость роста coleoptilia» - от 1,8 см до 4,1 см.

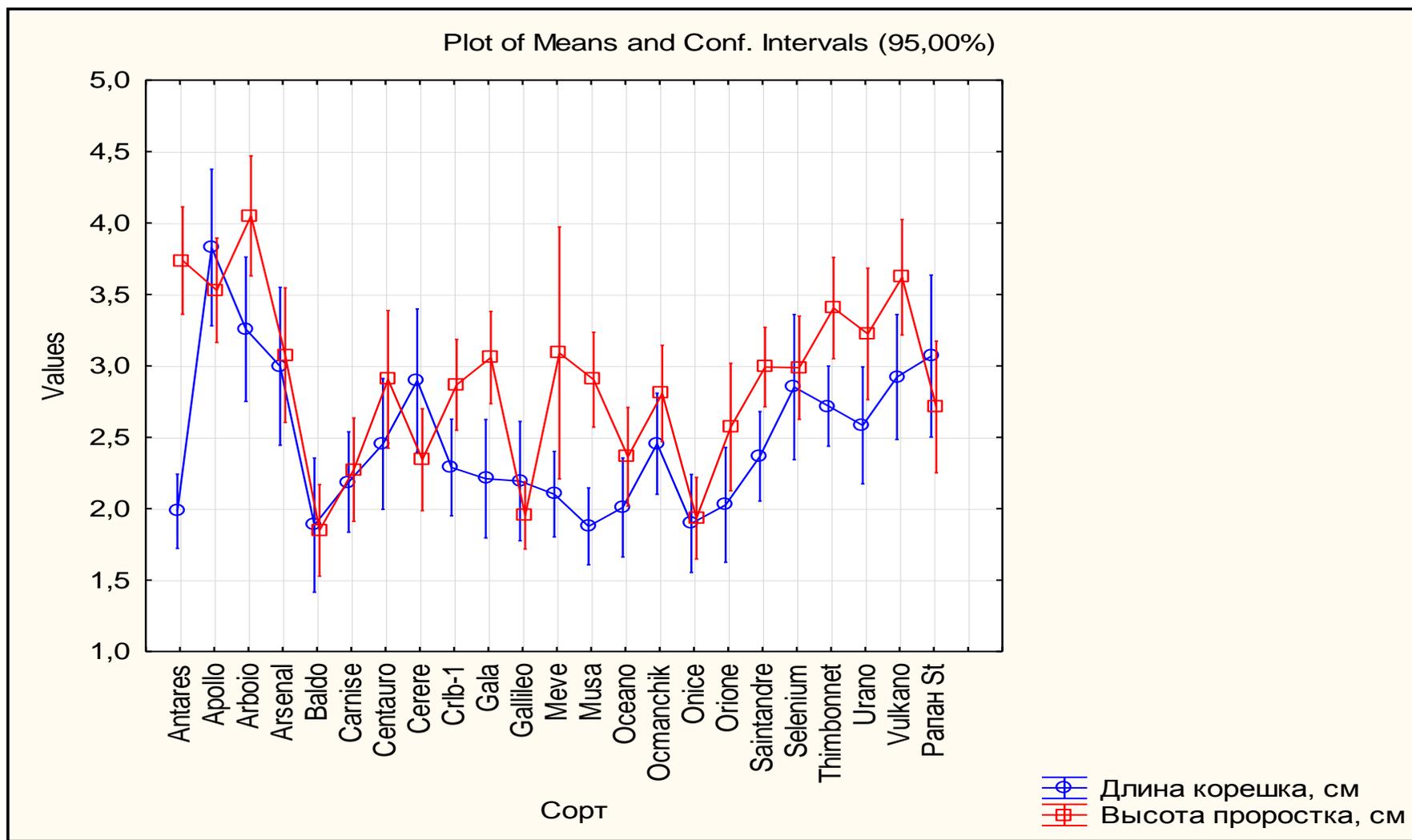


Рисунок 12 - Взаимосвязь скорости роста зародышевого корешка и темпов роста сортов итальянской селекции, см 2013 - 2015гг. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал.

При изучении этих характеристик, так же было проведено изучение продуктивности метелки сортов итальянской селекции (таблица 10).

Таблица 10 – Продуктивность метелки сортов итальянской селекции, г 2014-2015гг.

Наименование образца	Масса главной метелки, г		
	Среднее значение за 2 года	Дисперсия	Стандартная ошибка
Antares	2,17	1,13	0,21
Apollo	1,98	0,49	0,15
Arborio	1,99	0,57	0,20
Arsenal	1,82	0,21	0,12
Baldo	2,15	0,60	0,17
Carnise	1,81	0,16	0,10
Centauro	1,81	1,15	0,28
Cerere	1,47	0,24	0,13
CRLB-1	1,38	0,17	0,11
Gala	<b>2,51</b>	0,50	0,16
Gallileo	1,83	0,31	0,12
Meco	2,21	0,14	0,08
Meve	2,03	0,65	0,25
Musa	2,34	0,16	0,09
Oceano	1,45	0,11	0,10
Osmanchik	1,98	0,17	0,09
Onice	1,83	0,49	0,16
Orione	1,64	0,12	0,09
Saintandre	1,44	0,09	0,10
Selenium	1,81	0,18	0,09
Thibonnet	1,45	0,23	0,11
Urano	1,95	0,50	0,18
Virgo	<b>2,47</b>	0,49	0,21
Vulcano	<b>2,91</b>	0,70	0,22
Рапан St	3,39	0,10	0,14

Из таблицы 10 видно, что среди сортов итальянской селекции выделены образцы, характеризующиеся высокой массой главной метелки: Vulcano, Virgo и Gala. Маленькая масса зерна главной метелки была у сортов: Saintandre, Thibonnet и Oceano.

Сорт Vulcano обладает как высокими темпами роста, так и продуктивностью метелки.

### 3.3 Полиморфизм по признаку «скорость роста» сортов риса зарубежной селекции

В лабораторных условиях также проводили анализ скорости роста coleoptilya и зародышевого корешка 35 образцов филиппинской и китайской селекции. 2 сорта российской селекции являлись стандартами: Снежинка и Флагман. Образцы проращивали в чашках Петри, со смоченной фильтровальной бумагой при температуре воздуха 28 °С (рисунок 13-14, приложение 8-9).

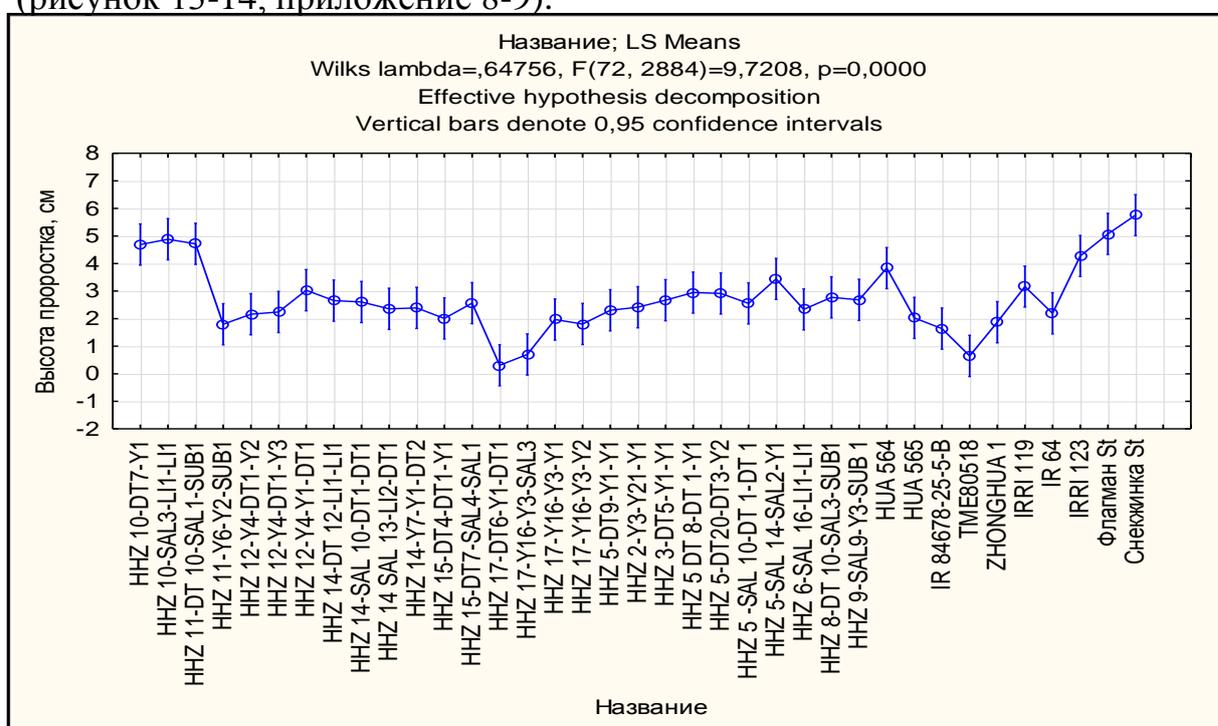


Рисунок 13 - Высота coleoptilya филиппинских и китайских образцов, см 2015 г. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

При анализе данных скорости роста семидневных проростков выделили сорта с высокими темпами роста coleoptilya: HHZ 10-DT7-Y1 – 4,8 см, HHZ 10-SAL3-LI1-LI1 – 5,0 см, HHZ 11-DT 10-SAL1-SUB1 – 4,9 см и IRRI 123 – 4,3 см. Однако они не превышали стандарты: Флагман – 5,0 см и Снежинка – 5,8 см. Самыми низкими темпами роста характеризовались сорта - HHZ 17-DT6-Y1-DT1 (0,3 см), HHZ 17-Y16-Y3-

SAL3 (0,6 см) и TME 80518 (0,8 см), остальные сортообразцы характеризовались средней скоростью роста и развития coleoptilya, длина которого у них находилась в пределах от 1,8 см до 4,0 см.

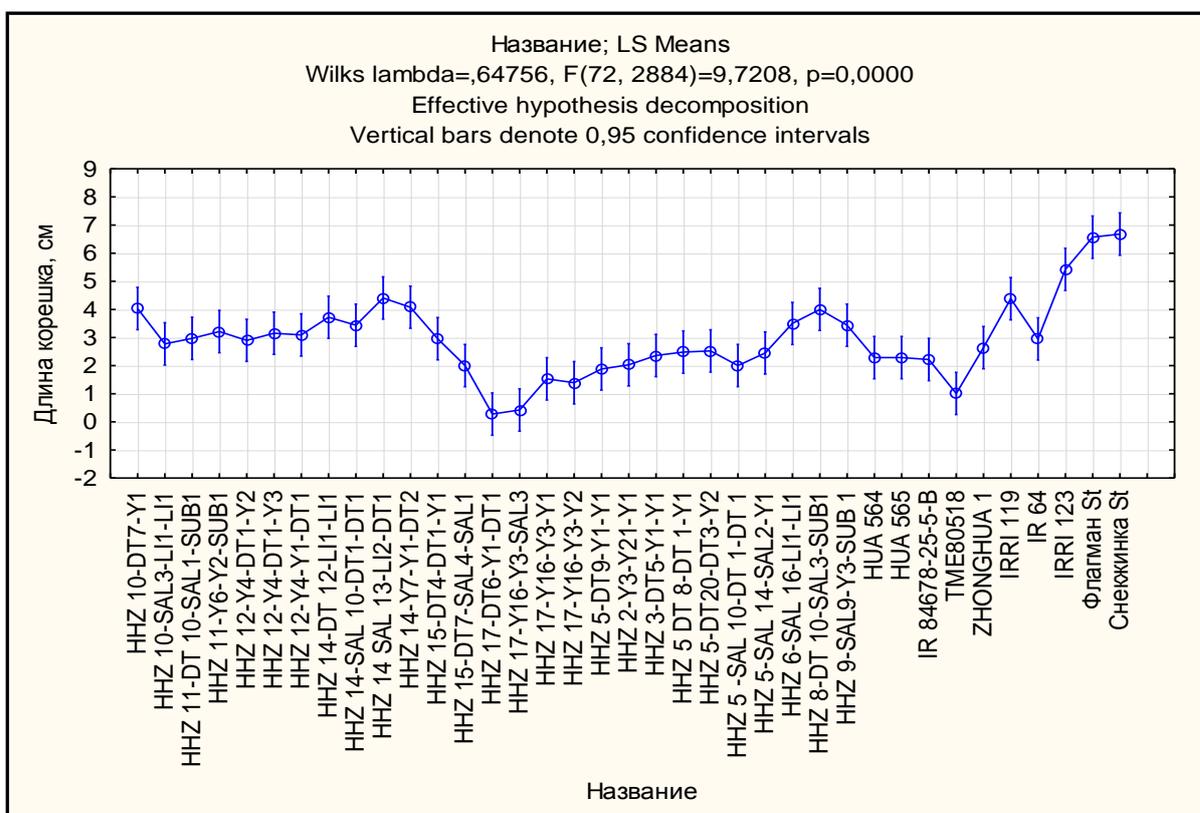


Рисунок 14 - Полиморфизм скорости роста зародышевого корешка сортов филиппинской и китайской селекции, см 2015 г. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

Можно отметить, что зарубежные образцы, характеризующиеся низкими темпами роста coleoptilya, так же характеризовались и низкими темпами роста зародышевого корешка (HHZ 17-DT6-Y1-DT1 (0,2 см), HHZ 17-Y16-Y3-SAL3 (0,3 см) и TME80518 (1,0 см)). Выделено три образца с высокими темпами роста зародышевого корешка: IRRI 123 – 5,2 см, IRRI 119–4,5 см и HHZ 14 SAL 13 – LI2-DT1 – 4,2 см, которые так же не превышали сорта-стандарты (Флагман St – 6,5 см и Снежинка St – 6,7 см).

Варьирование показателя признаков у сортов китайской селекции находилось в пределах: «скорость роста и развития зародышевого корешка» от 0,2 см до 5,2 см; «скорость роста coleoptilya» от 0,2 см до 5,1 см.

Затем, произвели биометрический анализ элементов продуктивности метелки китайских сортов (рисунок 15-16).

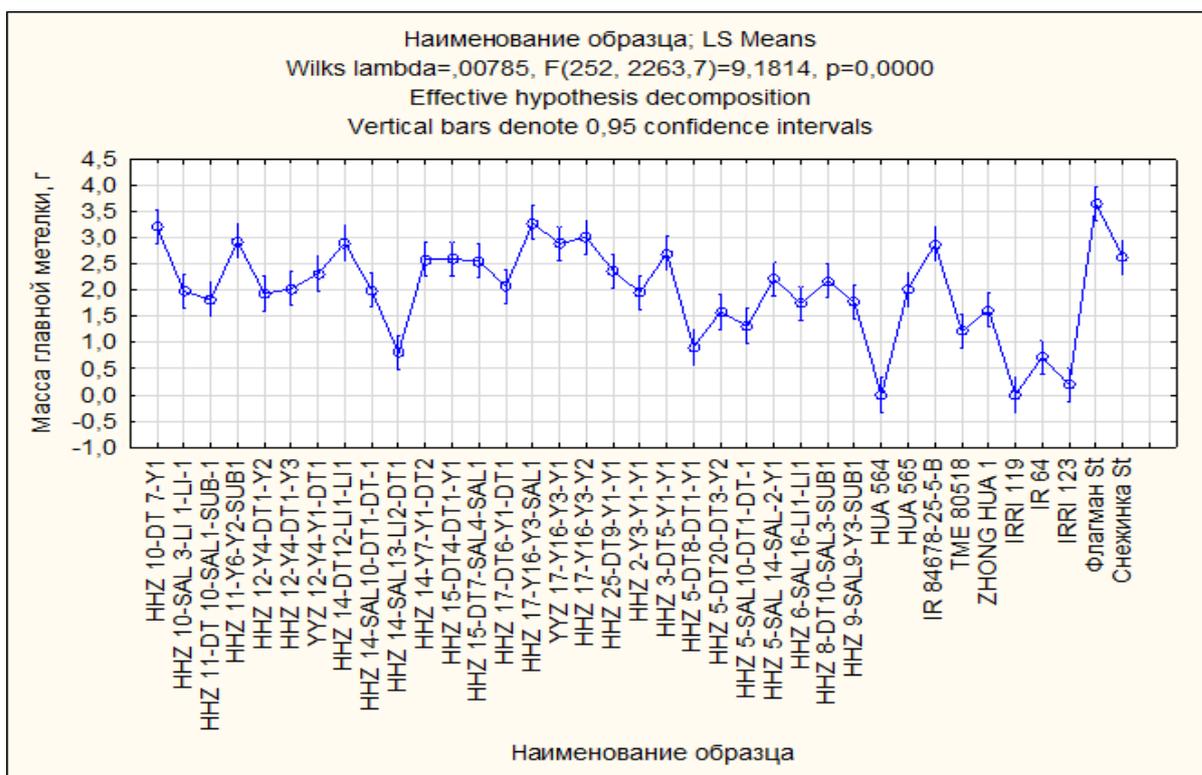


Рисунок 15 - Масса зерна главной метелки сортообразцов филиппинской и китайской селекции, г 2015 г. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

Анализ продуктивности метелки филиппинских и китайских образцов показал, что наиболее продуктивными среди них оказались сорта: HHZ 10-DT 7-Y1, HHZ 17-Y16-Y3-SAL1. Они уступали стандарту Флагман, но превышали по продуктивности сорт Снежинка.

Следует отметить, что три сорта (IRRI 123, IRRI 119 и HUA 564) в наших климатических условиях не вызрели, в том числе один из них - IRRI 123, который был выделен как источник с высокой скоростью роста проростка.

Величина продуктивности метелки у исследуемых образцов китайской и филиппинской селекции варьировала в пределах от 0,2 г до 3,3 г. Лучшими показателями отличились сорта HHZ 10-DT 7-Y1 – 3,3 г и HHZ 17-Y16-Y3-SAL1 – 3,2 г.



Рисунок 16 - Масса 1000 зерен у образцов филиппинской и китайской селекции, г 2015 г. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

По массе 1000 зерен проводили исследования для выявления потребительской ценности крупы сорта и установления его перспективности для селекции сортов, создаваемые с использованием выявленных источников по темпам роста. Большинство зарубежных азиатских сортов обладали массой 1000 зерен от 20 до 25 г, но и были сортообразцы с массой 1000 зерен меньше 20 г. Наибольшей массой 1000 зерен характеризовались сорта: IR 84678-25-5-B – 24 г, HHZ 8-DT 10-SFL3-SUB1 – 24 г, HHZ 3-DT5-Y1-Y1– 24 г, HHZ 12-Y4-Y1-DT1 – 24 г и HHZ 10-DT7 –Y1 – 24 г (стандарты: Снежинка– 27 г, Флагман – 26 г). Самая низкая масса 1000 зерен была у сортов: IR 64 – 10 г, HHZ5-DT8-DT1-Y1 – 13 г, (из-за невыполненности зерновки, так как они не полностью созрели). У трех сортов мы также не смогли определить массу 1000 зерен, так как они не вызревают в наших условиях.

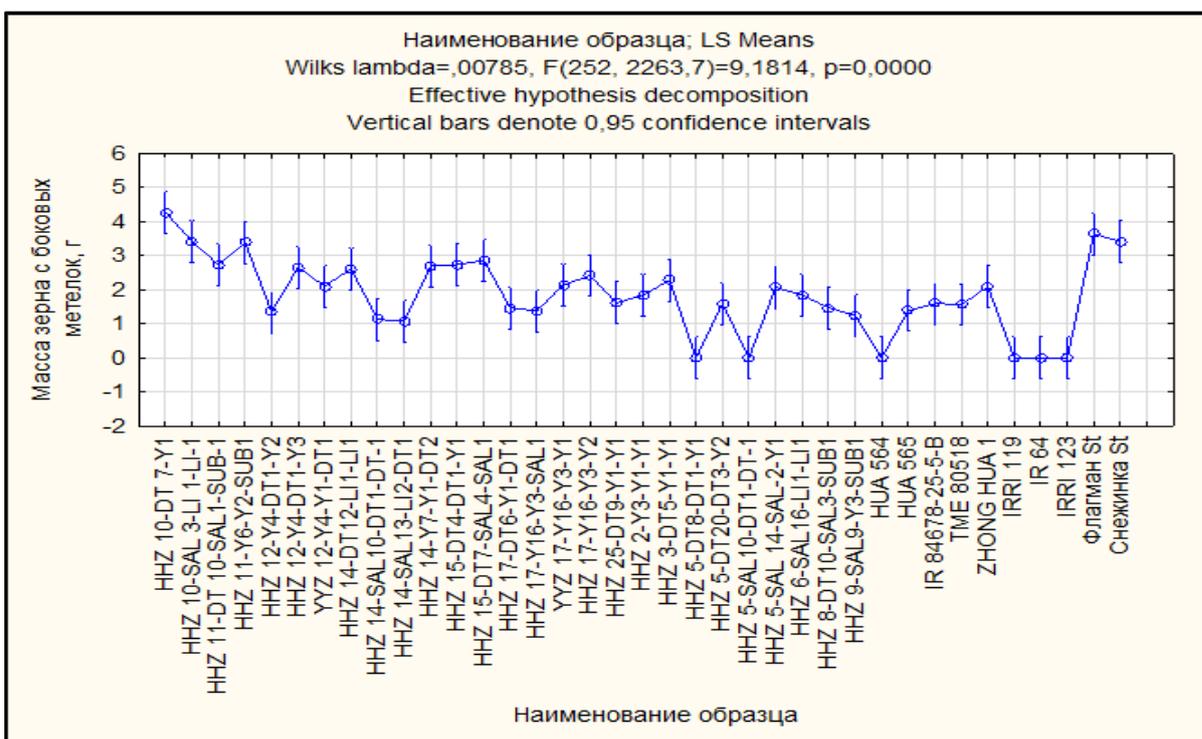


Рисунок 17 - Масса зерна с боковых метелок у образцов филиппинской и китайской селекции, г 2015 г. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

По массе зерна с боковых метелок были выделены следующие образцы: HHZ 10-DT 7-Y1 (4,1 г), HHZ 10-SAL 3-LI 1-LI-1 (3,5 г) и HHZ 11-Y6-Y2-SUB1(3,3 г), HHZ 10-DT 7-Y1 (4,1 г) превысил сорта-стандарты Флагман (3,8 г) и Снежинка (3,7 г). Не выявлено продуктивного кущения у следующих интродуцированных образцов: IRRI 123, IR 64, IRRI 119, HUA 565, HHZ 5-SAL10-DT1-DT-1 и HHZ 5-DT8-DT1-Y1.

### 3.4 Сравнительный анализ темпов роста сортов риса по группам

Проведен сравнительный анализ темпов роста сортов по группам в зависимости от географического происхождения, периода вегитации, формы зерновки и типа эндосперма в ней. Группы образцов различного происхождения по темпам роста достоверно отличались (рисунок 18-19, таблица 11).

Исследуемые сорта были дифференцированы в группы по: происхождению, группам спелости, периоду вегетации, форме зерновки, окраске перикарпа и типу эндосперма.

Затем был проведен сравнительный анализ показателей признаков всех групп у сортов российской и зарубежной селекции.

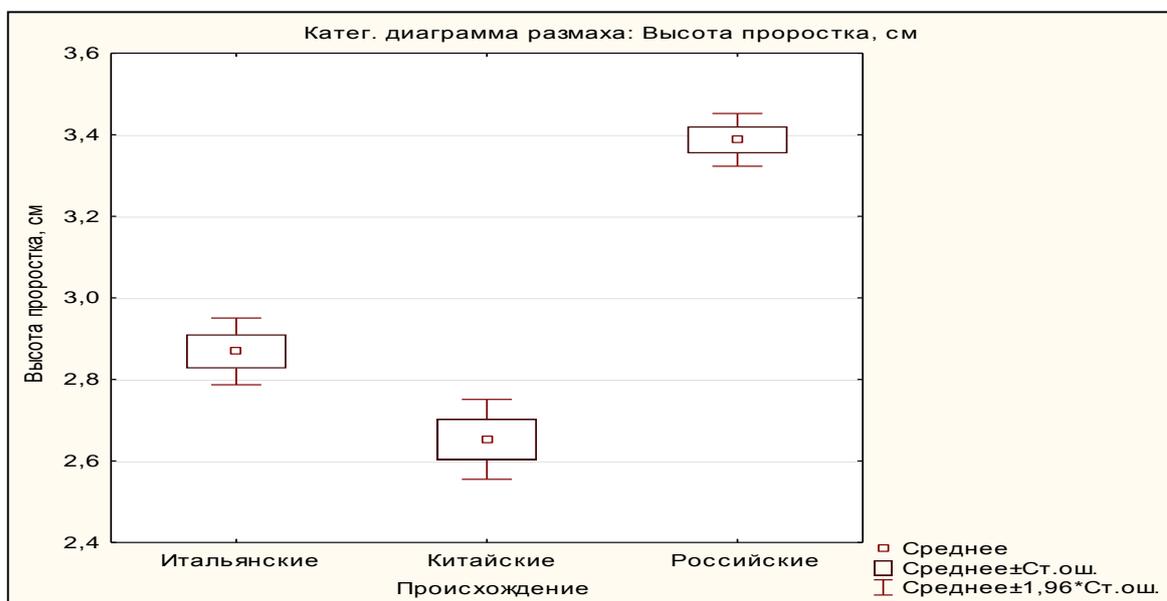


Рисунок 18 - Сравнительный анализ скорости роста и развития coleoptilia образцов риса российской и зарубежной селекции

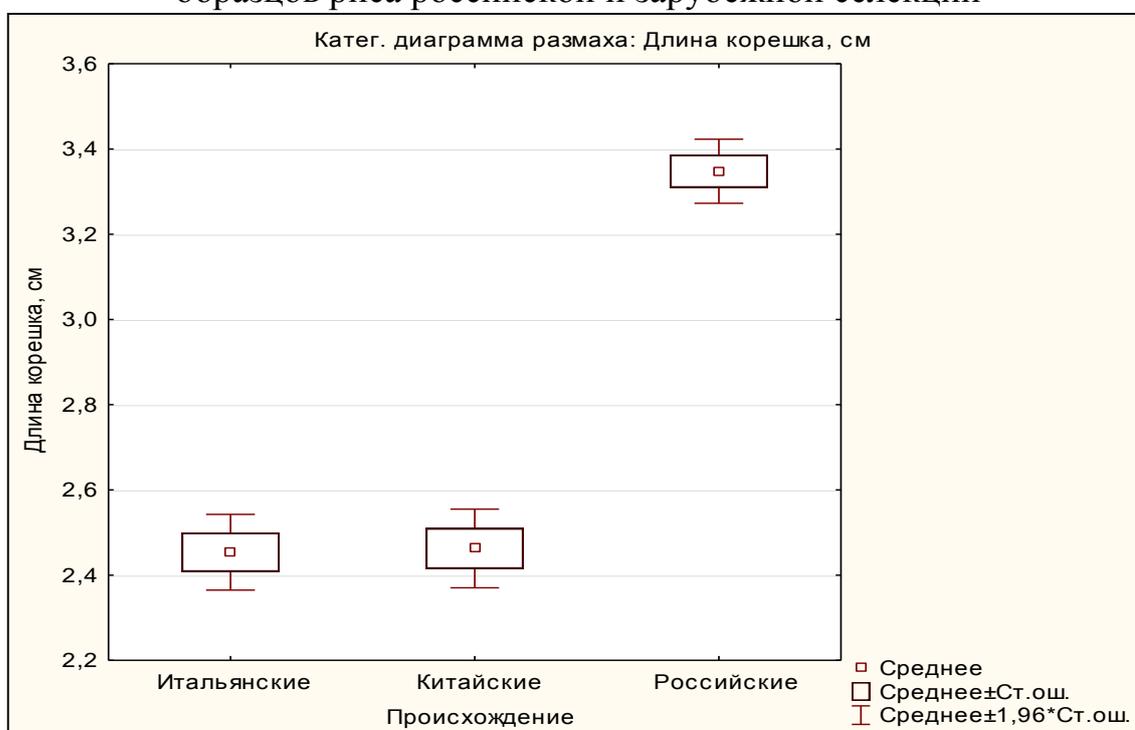


Рисунок 19 – Сравнительный анализ темпов роста зародышевого корешка у образцов риса российской и зарубежной селекции

Сравнительный анализ признаков, характеризующих темпы роста сортов российской и зарубежной селекции, показал достоверное преимущество сортов российской селекции над образцами других групп по обоим изучаемым признакам. Итальянские образцы превосходили китайские по темпам роста проростка (таблица 11, рисунок 18) и недостоверно уступали им по скорости роста зародышевого корешка (таблица 12, рисунок 19).

Таблица 11 - Характеристика сортов по длине зародышевого корешка в зависимости от географического происхождения, 2013-2015 гг.

Происхождение	Длина корешка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал	
					-95,000 %	+95,000 %
Итальянские	2,45	2,71	0,05	10,10	2,36	2,54
Китайские	2,46	3,11	0,05	7,90	2,37	2,55
Российские	3,35	4,52	0,04	10,70	3,27	3,42
Всего среднее	2,93	3,96	0,03	10,70	2,88	2,98

\*Лямбда Уилкса=,96079, F(4, 11592)=58,544, p=0,0000, Декомпозиция гипотезы

Таблица 12 - Характеристика сортов по скорости роста coleoptilya в зависимости от эколого-географического происхождения, 2013-2015гг.

Происхождение	Высота проростка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал	
					-95,000 %	+95,000 %
Итальянские	2,87	2,30	0,04	8,80	2,79	2,95
Китайские	2,65	3,49	0,05	8,10	2,55	2,75
Российские	3,39	3,34	0,03	9,50	3,32	3,45
Всего среднее	3,09	3,25	0,02	9,50	3,05	3,14

\*Лямбда Уилкса=,96079, F(4, 11592)=58,544, p=0,0000, Декомпозиция гипотезы

Далее мы провели группировку сортов по периоду созревания и годам возделывания сорта российской селекции.

Анализ величины признака «длина зародышевого корешка» сортов районированных в разные годы: 1-ая группа – до 2000 года, 2-ая группа – 2001-2005 гг., 3-ая группа – 2006-2010 гг., 4-ая группа – 2011-2015 гг. показал, что сорта, районированные до 2000 года превосходят по признаку вновь передаваемые на Государственное сортоиспытание (ГСИ) сорта риса (таблица 13-15, рисунок 20 - 21).

Таблица 13 – Группировка сортов российской селекции по периоду районирования

Группа	Период районирования, гг	Сорта
1	до 2000	Боярин, Виола, Дальневосточный, Жемчуг, Касун, Кендзо, Курчанка, Лиман, Нарцисс, Павловский, Приморский, Рапан, Регул, Спринт, Факел, Ханкайский 52, Юпитер
2	2001-2005	Аметист, Дружный, Лидер, Серпантин, Снежинка, Фонтан, Хазар
3	2006-2010	Анаит, Атлант, Виолета, Гамма, Гарант, Кумир, Новатор, Сонет, Флагман, Южный, Янтарь
4	2011-2015	Визит, Гагат, Диамант, Ивушка, Крепыш, Кураж, Мавр, Олимп, Победа 65, Привольный - 4, Рубин, Рыжик, Фаворит, Шарм, Южная ночь

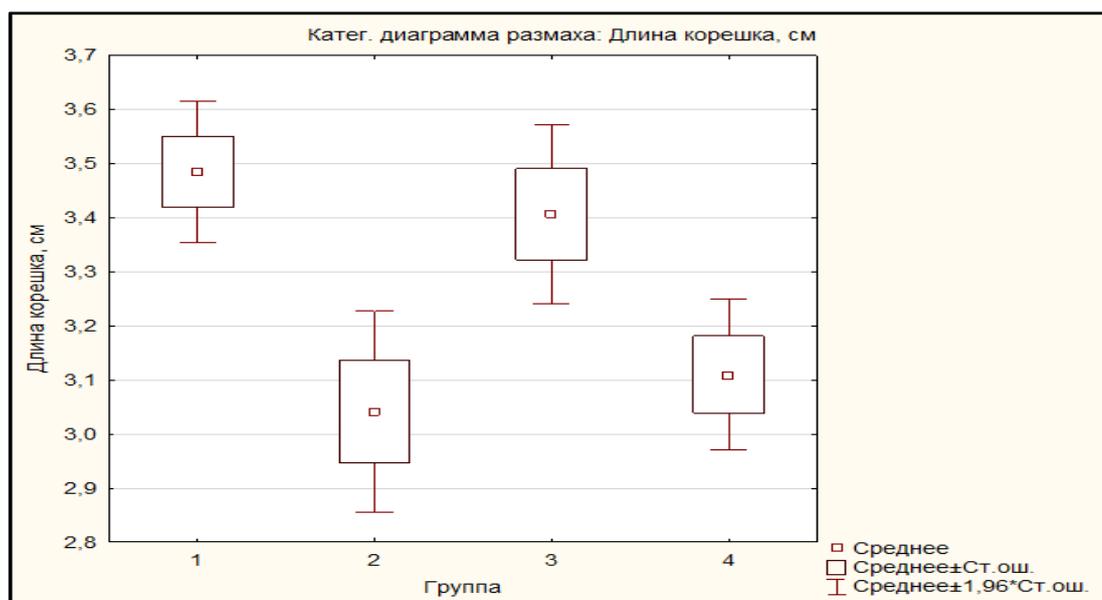


Рисунок 20 - Длина зародышевого корешка, в группах сортов районированных в разные годы

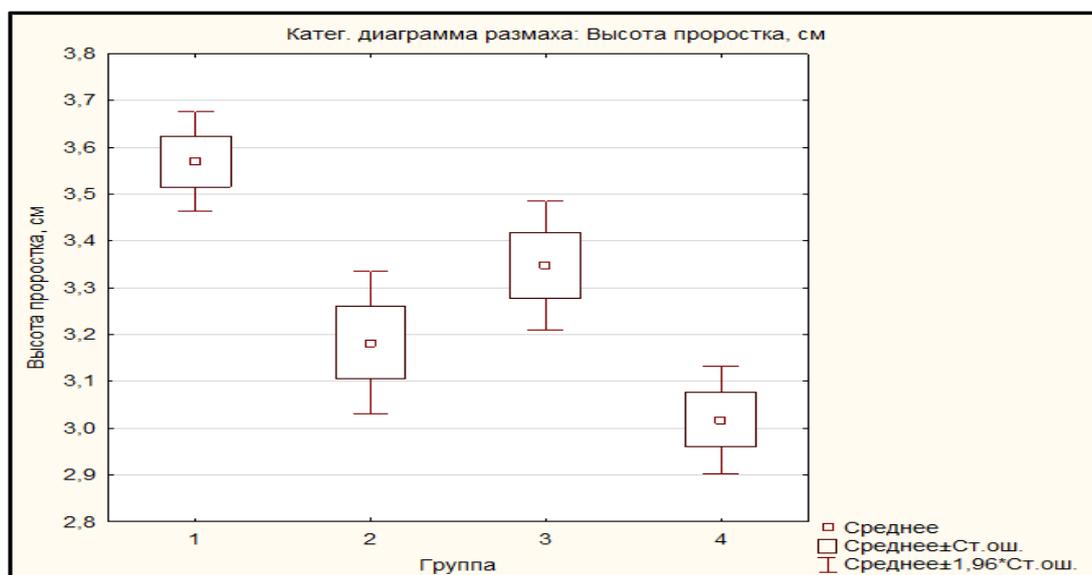


Рисунок 21 - Скорость роста проростков, в группах сортов районированных в разные годы

Анализ величины признака «высота проростка» сортов районированных в разные годы показал, что первая группа достоверно превосходит остальные группы, третья группа незначительно превосходит по скорости 2-ю и 4-ю группы. Четвертая – значительно ниже по скорости роста coleoptilya (рисунок 21).

Таблица 14 – Характеристика групп российских сортов по длине зародышевого корешка в зависимости от периода районирования, 2013-2015 гг.

Группа	Длина корешка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал -95,000 %	Доверительный интервал +95,000 %
1	3,48	4,48	0,07	10,70	3,35	3,61
2	3,04	3,78	0,09	7,80	2,86	3,23
3	3,41	4,68	0,08	10,20	3,24	3,57
4	3,11	4,52	0,07	10,10	2,97	3,25
Всего	3,29	4,47	0,04	10,70	3,22	3,37

Первая группа сортов достоверно превышает по признаку длина зародышевого корешка 2-ю и 4-ю, и не достоверно 3-ю (таблица 14, рисунок 20).

Изучение дифференциации сортов различного периода районирования по темпам роста проростка показало, что группы сортов достоверно различаются по признаку «высокая проростка» (таблица 15, рисунок 21).

Таблица 15 – Характеристика групп российских сортов по высоте проростка в зависимости от периода районирования, 2013-2015гг.

Группа	Высота проростка, см				Доверительный интервал	
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	-95,000 %	+95,000 %
1	3,57	3,05	0,05	9,50	3,46	3,68
2	3,18	2,54	0,08	7,20	3,03	3,34
3	3,35	3,25	0,07	8,70	3,21	3,49
4	3,02	3,09	0,06	8,90	2,90	3,13
Всего	3,30	3,08	0,03	9,50	3,24	3,36

Выявленная закономерность указывает на необходимость работы над улучшением выше перечисленных признаков у современных сортов. Поскольку, даже при наличии гербицидов в хозяйствах, получение посевов оптимальной густоты напрямую зависит от темпов роста сортов риса, так как все еще высоки различия слоя воды в чеках за счет недостаточной выравненности. Кроме того, быстрое прохождение фазы развития растений наиболее чувствительной к стрессам, также повышает стабильность урожаев сортов, обладающих высокими темпами роста и дает им преимущества в эффективности использования минерального питания.

Группировка сортов по периоду вегетации показала, что раннеспелые сорта обладают максимально высокой скоростью роста проростка, однако группа среднеспелых сортов от них отличается недостоверно, позднеспелые сорта достоверно уступают по высоте проростка обеим ранее перечисленным группам.

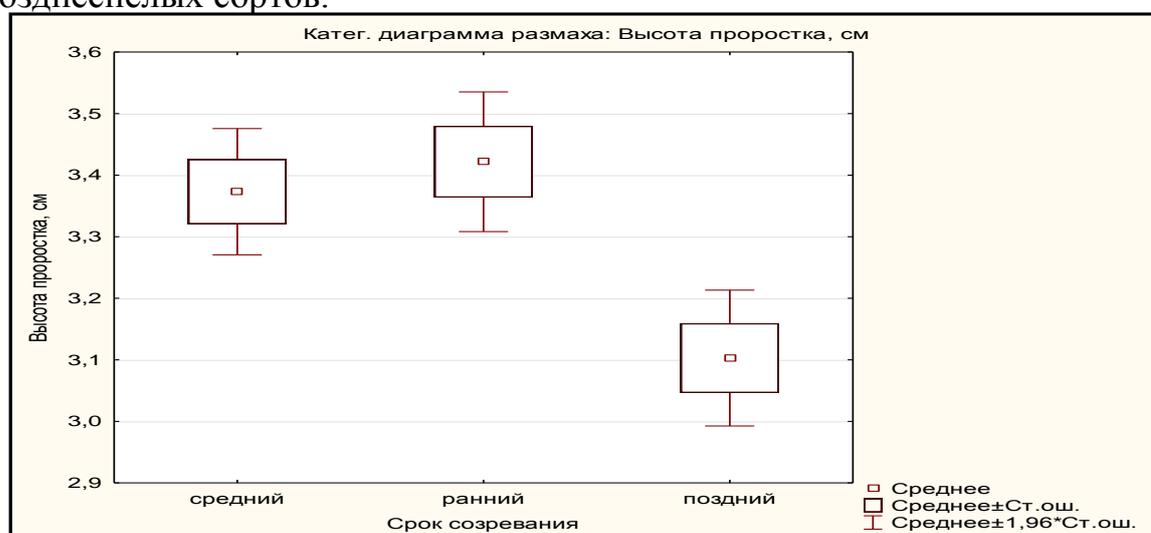
Проведена группировка исследуемых сортов риса в группы спелости (таблица 16). К раннеспелым отнесены сорта с периодом вегетации до 105 дней, среднеспелым - 115дней, и позднеспелым до 125 дней.

Таблица 16 – Группы сортов по периоду вегетации

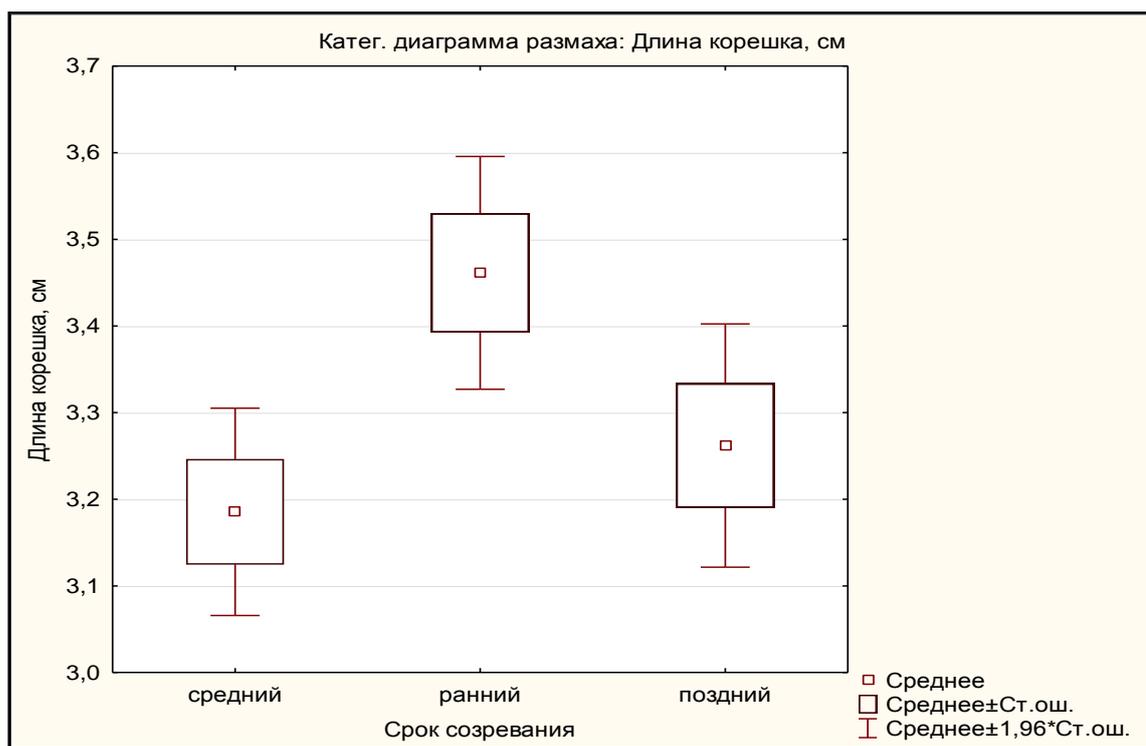
Группа	Группа по периоду вегетации	Сорта
1	раннеспелые	Анаит, Боярин, Дальневосточный, Касун, Кендзо, Нарцисс, Новатор, Павловский, Победа 65, Приморский, Серпантин, Спринт, Фонтан, Ханкайский 52, Шарм
2	среднеспелые	Аметист, Атлант, Визит, Виола, Виолета, Гагат, Гамма, Диамант, Дружный, Жемчуг, Кумир, Курчанка, Лиман, Мавр, Олимп, Привольный – 4, Рапан, Регул, Рубин, Рыжик, Сонет, Фаворит, Факел, Флагман, Хазар, Янтарь
3	позднеспелые	Гарант, Ивушка, Крепыш, Кураж, Лидер, Снежинка, Южная ночь, Южный, Юпитер

\*Информация из каталога сортов риса, 2007 и 2015гг.

По темпам роста зародышевого корня все изучаемые группы сортов отличались достоверно (таблица 17, рисунок 22,б). Раннеспелые сорта обладают максимально высокой скоростью роста зародышевого корня, позднеспелые сорта достоверно уступают им, но недостоверно превосходят группу среднеспелых сортов риса. По высоте coleoptilya достоверных отличий не было между группами средне- и раннеспелыми сортами (таблица 18, рисунок 21,а). Достоверно уступала только группа позднеспелых сортов.



а)



б)

Рисунок 22 - Дифференциация сортов риса различных групп спелости по темпам роста проростка: а) высоте проростка б) длине зародышевого корешка

Таблица 17 – Длина зародышевого корешка у сортов с различным периодом вегетации, 2013-2015 гг.

Период вегетации	Длина корешка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал -95,000 %	Доверительный интервал +95,000 %
средний	3,13	4,31	0,05	10,10	3,03	3,23
ранний	3,46	4,23	0,07	10,70	3,33	3,60
поздний	3,48	5,18	0,09	10,20	3,28	3,67
Всего	3,29	4,47	0,04	10,70	3,22	3,37

Таблица 18 - Скорость роста coleoptilia у сортов с различным периодом вегетации, 2013-2015 гг.

Период вегетации	Высота coleoptilia, см				Доверительный интервал	
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	-95,000 %	+95,000 %
средний	3,29	3,19	0,04	9,50	3,20	3,37
ранний	3,42	3,01	0,06	9,50	3,30	3,53
поздний	3,14	2,85	0,07	8,10	2,99	3,28
Всего	3,30	3,08	0,03	9,50	3,24	3,36

По высоте coleoptilia третья группа сортов (позднеспелых) достоверно уступает остальным. Нами установлено, что раннеспелые сорта обладают более высокими темпами роста, чем образцы с продолжительным вегетационным периодом.

Для анализа связи темпов роста coleoptilia с формой зерновки и массой 1000 зерен сорта российской селекции были распределены в группы по перечисленным признакам (таблица 19).

Анализ темпов роста coleoptilia в группах сортов с различной формой зерновки (таблица 19, рисунок 23), также позволил установить достоверные различия по высоте coleoptilia длиннозерных сортов, которые уступали по данному признаку всем изучаемым группам. Максимальной скоростью роста характеризовались среднезерные образцы, короткозерные достоверно уступали им.

Таблица 19 – Дифференциация сортов риса российской селекции на группы по форме зерновки

Группа	Название группы	Отношение длины к ширине зерновки или масса 1000 зерен	Сорта
1	Короткозерные	l/b до 2,1-2,2	Атлант, Визит, Виола, Виолета, Гамма, Гарант, Диамант, Дружный, Жемчуг, Касун, Кендзо, Кумир, Лидер, Лиман, Олимп, Победа 65, Рапан, Рубин, Рыжик, Сонет, Спринт, Фаворит, Факел, Флагман, Фонтан, Хазар, Южная ночь, Южный, Юпитер, Аметист, Боярин,
2	Среднезерные	l/b от 2,2- до 3,0	Дальневосточный, Курчанка, Мавр, Новатор, Павловский, Привольный – 4, Приморский, Регул, Серпантин, Ханкайский 52, Янтарь.
3	Длиннозерные	l/b выше 3,1	Гагат, Ивушка, Кураж, Нарцисс, Снежинка, Шарм
4	Крупнозерные	масса 1000 зерен более 30 г.	Анаит, Крепыш,

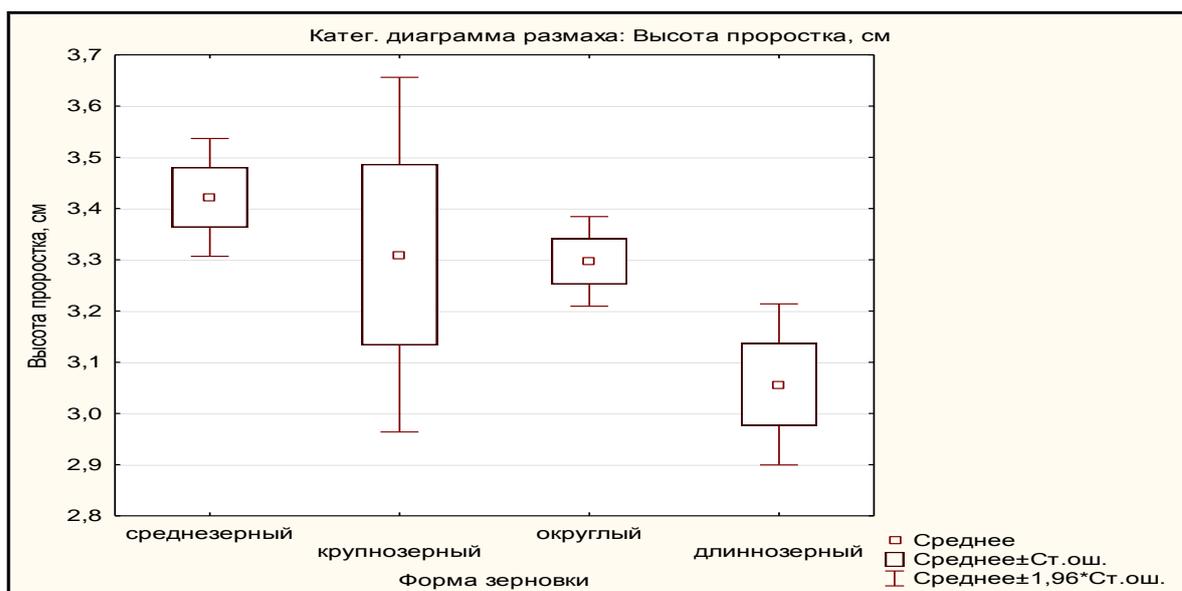


Рисунок 23 - Дифференциация сортов риса с различной формой зерновки по темпам роста проростка

Максимальный размах варьирования был характерен для группы крупнозерных образцов, при этом достоверно не отличалась от групп средне и короткозерных сортов. По длине зародышевого корешка между всеми изучаемыми группами достоверных различий не выявлено (таблица 20, рисунок 24).

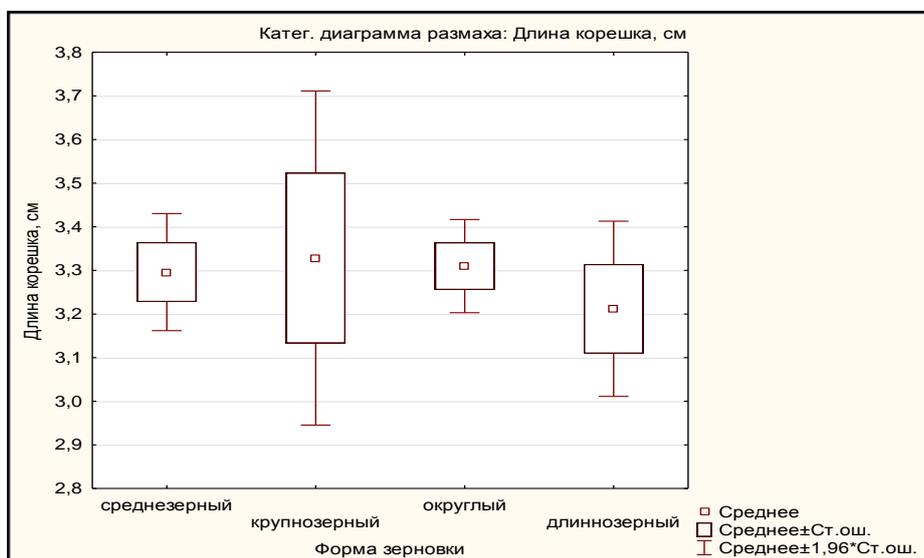


Рисунок 24 - Дифференциация сортов риса с различной формой зерновки по скорости роста зародышевого корешка

Таблица 20 – Характеристика групп сортов различной формы зерновки по длине зародышевого корешка, 2013-2015 гг.

Форма зерновки	Длина корешка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал -95,000 %	Доверительный интервал +95,000 %
среднезерный	3,50	4,48	0,08	9,20	3,35	3,65
крупнозерный	3,33	4,58	0,20	8,40	2,94	3,72
короткозерный	3,22	4,45	0,05	10,70	3,12	3,32
длиннозерный	3,20	4,42	0,11	10,10	2,98	3,42
Всего	3,29	4,47	0,04	10,70	3,22	3,37

Таблица 21 - Характеристика групп сортов формой зерновки по скорости роста coleoptilya, 2013-2015 гг.

Форма зерновки	Высота проростка, см				Доверительный интервал	
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	-95,000 %	+95,000 %
среднезерный	3,61	3,15	0,06	9,20	3,48	3,73
крупнозерный	3,31	3,74	0,18	7,40	2,96	3,66
короткозерный	3,22	3,03	0,04	9,50	3,14	3,30
длиннозерный	3,02	2,68	0,09	7,50	2,85	3,19
Среднее по группам	3,30	3,08	0,03	9,50	3,24	3,36

По высоте проростка из группы короткозерных сортов можно выделить сорта: Спринт, Жемчуг, Фаворит, Кендзо и Гарант, как источники признака «высокая скорость» роста coleoptilya, так как эта группа характеризуется наличием образцов с максимальным значением признака (Спринт и Жемчуг - 9,50 см).

Для выявления признаков, связанных с темпами роста и сравнения образцов по скорости роста зародышевого корешка и высоте проростка, сорта риса российской селекции также разбили на группы с различной окраской перикарпа (таблица 22). Дисперсионный анализ показал достоверные различия групп по обоим изучаемым признакам.

Таблица 22 – Дифференциация сортов в группы по окраске перикарпа

Номер группы	Группа по окраске перикарпа	Сорта
1	2	3
1	Белозерные	Аметист, Анаит, Атлант, Боярин, Визит, Гамма, Гарант, Дальневосточный, Диамант, Дружный, Жемчуг, Ивушка, Касун, Кендзо, Крепыш, Кумир, Кураж, Курчанка, Лидер, Лиман, Нарцисс, Новатор, Олимп, Павловский, Победа 65, Привольный – 4, Приморский, Рапан, Регул, Серпантин, Снежинка, Сонет, Спринт, Фаворит, Факел, Флагман, Фонтан, Хазар, Ханкайский 52, Шарм, Южный, Юпитер, Янтарь

1	2	3
2	Глютинозные	Виола, Виолета
3	Краснозерные	Рубин, Рыжик
4	Чернозерные	Гагат, Мавр, Южная ночь

Белозерные и краснозерные образцы превосходили по высоте проростка сорта других групп (таблица 24, рисунок 25), чёрнозерные и глютинозные образцы различались друг от друга по признаку недостоверно.

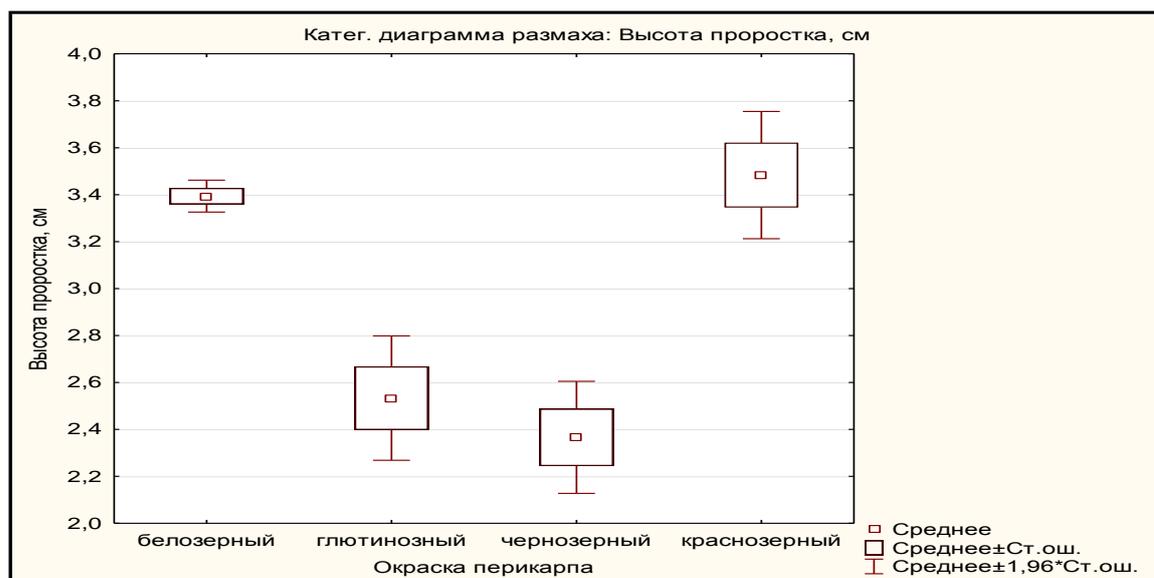


Рисунок 25 - Высота проростка сортов с различной окраской перикарпа и типом эндосперма

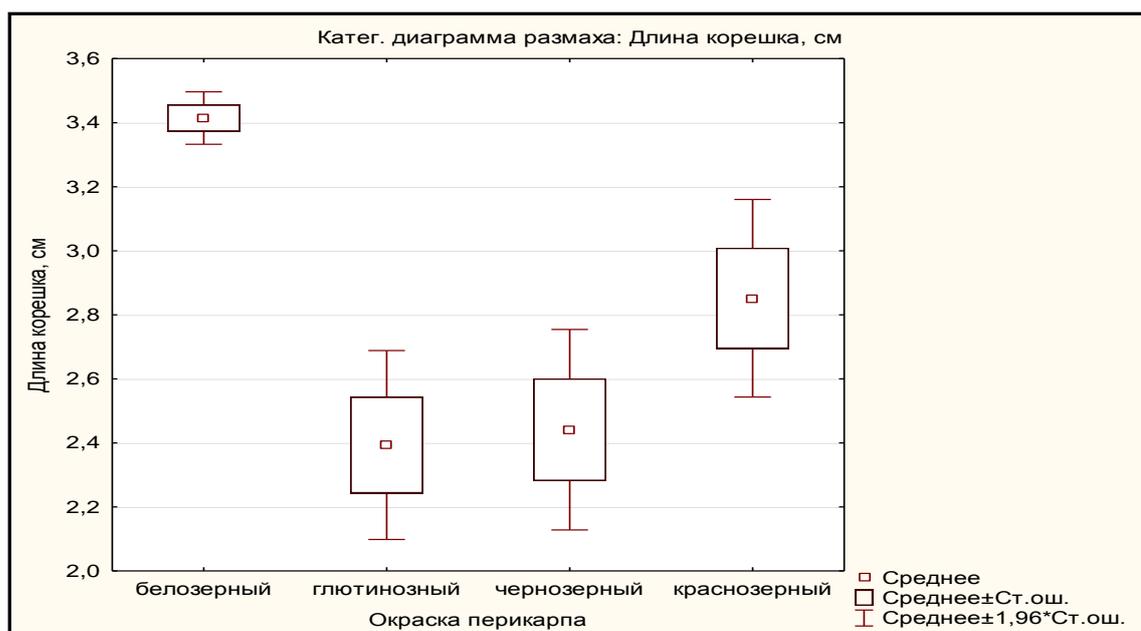


Рисунок 26 - Длина зародышевого корешка сортов с различной окраской перикарпа и типом эндосперма

Вариация признака у белозерных сортов от 0,5 до 10,2 см, глютинозных от 0,5 см до 5,8 см, у краснозерных – 0,5 - 8,1 см и чернозерных варьирует от 0,5 см – до 7,9 см. Белозерные образцы превосходили по длине зародышевого корешка сорта других групп (рисунок 27, таблица 23), краснозерные образцы превосходили по величине признака группы чернозерных и глютинозных. Группы чернозерных и глютинозных образцов отличались друг от друга недостоверно.

Таблица 23 - Характеристика сортов риса российской селекции с различной окраской перикарпа по длине зародышевого корешка, см 2013-2015 гг.

Окраска перикарпа	Длина корешка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал -95,000 %	Доверительный интервал +95,000 %
белозерный	3,41	4,50	0,04	10,70	3,33	3,50
глютинозный	2,39	2,72	0,15	7,20	2,10	2,69
чернозерный	2,44	4,59	0,16	10,10	2,13	2,76
краснозерный	2,85	2,97	0,16	8,10	2,54	3,16
Всего	3,29	4,47	0,04	10,70	3,22	3,37

Максимальное значение длины зародышевого корешка находилось у сортов изучаемых групп в пределах от 10,0 до 11,0 см.

Таблица 24 – Характеристика российских сортов с различной окраской перикарпа по скорости роста coleoptilya, см 2013-2015 гг.

Окраска перикарпа	Высота проростка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал -95,000 %	Доверительный интервал +95,000 %
белозерный	3,39	3,09	0,03	9,50	3,33	3,46
глютинозный	2,53	2,19	0,14	7,20	2,27	2,80
чернозерный	2,37	2,67	0,12	7,20	2,13	2,61
краснозерный	3,48	2,29	0,14	7,40	3,21	3,76
Всего	3,30	3,08	0,03	9,50	3,24	3,36

По типу крахмала исследуемые сорта были разделены на две группы сортов: амилозные и глютинозные (таблица 25). Преобладали сорта с амилозным типом эндосперма.

Таблица 25 –Длина зародышевого корешка в группах сортов с различным содержанием амилозы, 2013-2015гг.

Тип эндосперма	Длина корешка, см				Доверительный интервал	
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	-95,000 %	+95,000 %
амилозный	3,33	4,51	0,04	10,70	3,25	3,41
глиутинозный	2,39	2,72	0,15	7,20	2,10	2,69
Всего	3,29	4,47	0,04	10,70	3,22	3,37

Длина корешка в группах сортов достоверно отличается. Максимально значение длины зародышевого корешка в группе амилозных образцов составляло 10,70 см (таблица 26, рисунок 27 - б).

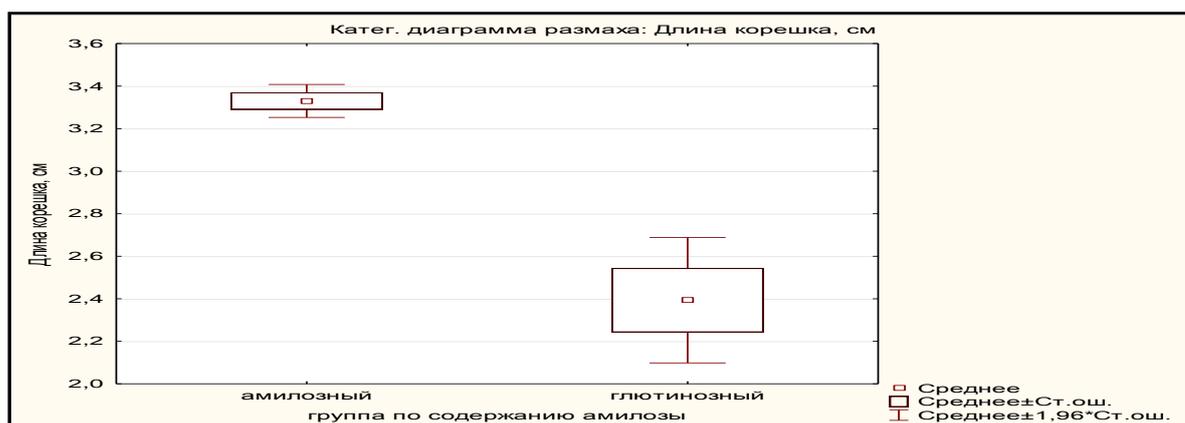
Таблица 26–Темпы роста coleoptilia в группах сортов с различным содержанием амилозы, 2013-2015 гг.

Тип эндосперма	Высота coleoptilia, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал -95,000%	Доверительный интервал +95,000%
амилозный	3,33	3,09	0,03	9,50	3,27	3,40
глиутинозный	2,53	2,19	0,14	7,20	2,27	2,80
Всего	3,30	3,08	0,03	9,50	3,24	3,36

По содержанию амилозы различия групп сортов по длине зародышевого корешка также достоверны (таблица 28, рисунок 27 -а).



а)



б)

Рисунок 27 -Длина зародышевого корешка (б) и высота проростка (а) в группах сортов с различным содержанием амилозы в эндосперме.

Выявлены группы сортов, у которых поиск источников по признаку «высокая скорость роста» максимально эффективен. Из российских, китайских и итальянских образцов, высокой скоростью роста характеризовалась первая эколого-географическая группа (российская).

В группах по периоду вегетации лучшие показатели у раннеспелых, в группах 1/б – у среднезерных, по окраске – у белозерных и краснозерных, по содержанию амилозы – у амилозных, по периоду районирования – 1 группа сортов, районированных до 2000 года и по географическому происхождению – российская группа сортов.

В российской группе образцов изучалось 72 сорта, их изучение проводили по типу эндосперма, форме зерновки и окраске перикарпа. В результате исследования выявлена белозерная группа сортов (Аметист, Анаит, Атлант, Боярин, Визит, Гамма, Гарант, Дальневосточный, Диамант, Дружный, Жемчуг, Ивушка, Касун, Кендзо, Крепыш, Кумир, Кураж, Курчанка, Лидер, Лиман, Нарцисс, Новатор, Олимп, Павловский, Победа 65, Привольный – 4, Приморский, Рапан, Регул, Серпантин, Снежинка, Сонет, Спринт, Фаворит, Факел, Флагман, Фонтан, Хазар, Ханкайский 52, Шарм, Южный, Юпитер, Янтарь), достоверно отличающейся высокой скоростью роста.

### 3.5 Выделение образцов с высокой скоростью роста на конкурсном сортоиспытании (КСИ), контрольном питомнике (КП) и селекционном питомнике (СП)

Проведен отбор образцов с высокими темпами роста среди образцов конкурсного сортоиспытания (63 сортообразца) и контрольного питомника, гибридов F5 - F10 селекционного питомника. В качестве стандартов служили сорта риса Снежинка, Рапан и Флагман. В выше перечисленных питомниках отобраны формы с оптимальным вегетационным периодом и наибольшей продуктивностью метелки и фертильностью колосков метелки. Для исследования скорости роста стебля нами было отобрано по 30 растений сорта-стандарта и каждого образца. Высоту растений определяли в фазу начала кущения (рисунок 28, приложение 10) (Гончарова Ю.К., 2014а).

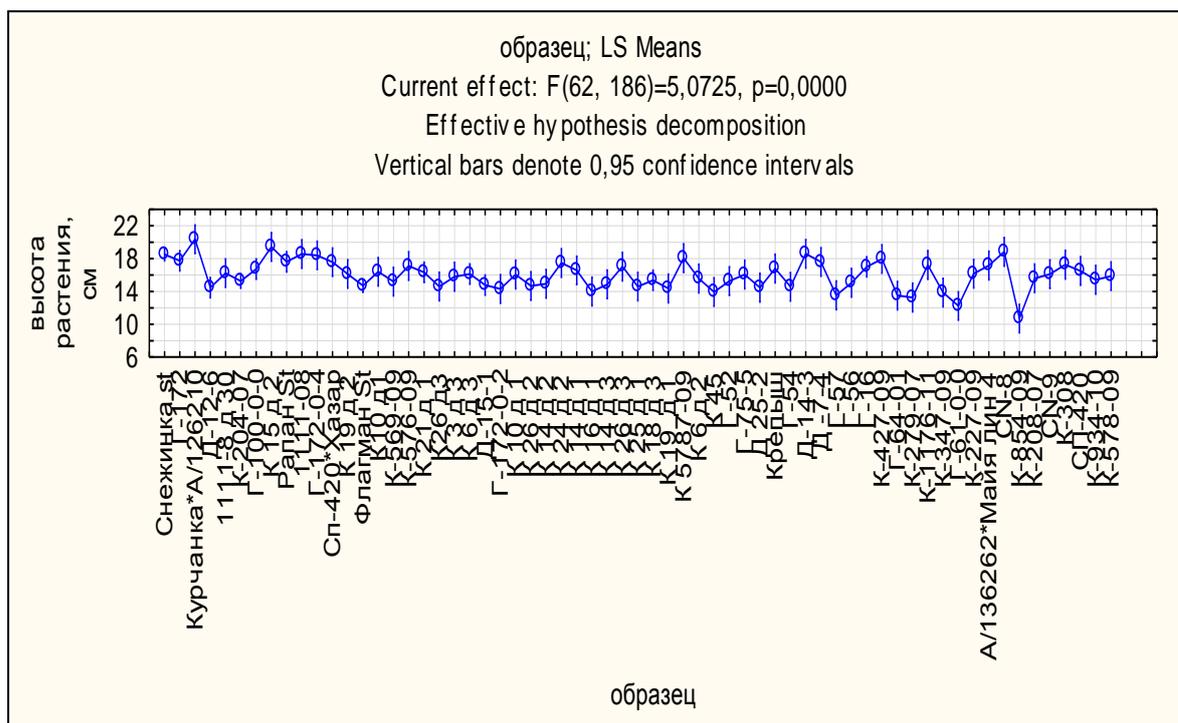


Рисунок 28 - Высота растений в конкурсном сортоиспытании, см 2014 г. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

В конкурсном сортоиспытании с высокой скоростью роста выделены образцы: Курчанка \*A/126210 (высота растения в фазу начала

кушения 20,7 см); К 15 д. 2 (19,3 см); Д 14-3 (18,2 см); CN - 9 (18,4 см).  
 Образцы с низкой скоростью роста: К 854-09 (10,3 см); Г 61-0-0 (12,1 см).  
 Стандарты сорт Снежинка и Флагман, уступали по признаку скорость роста выделенным образцам (18,3 и 16,7 см). Большинство изученных образцов достоверно стандарты не превосходили, высота растений в эту фазу у них составляла от 16 до 18 см: 1111-8 д. 30, Г-100-0-0, К 19 д. 2, К 10 д. 1, К 21 д. 1, К 6 д. 3, К 14 д. 2, К 26 д. 3, К 6 д. 2, Г-75-5, сорт Крепыш, Г-16, К-1176-11, К 227-09, А/136262\*Майя лин. 4 и К 308. Достоверно уступали стандарту и характеризовались меньшей высотой растения в данную фазу (13,5-15,8 см) образцы: Д-12-6, К 26 д. 3, Д-15-1, К-204-07, К-569-09, К 16 д. 3, К 45, К 26 д. 2, К 25 д. 1, К 19 д. 1, Г-54, Г-57, Г-64-01, К-347-09.

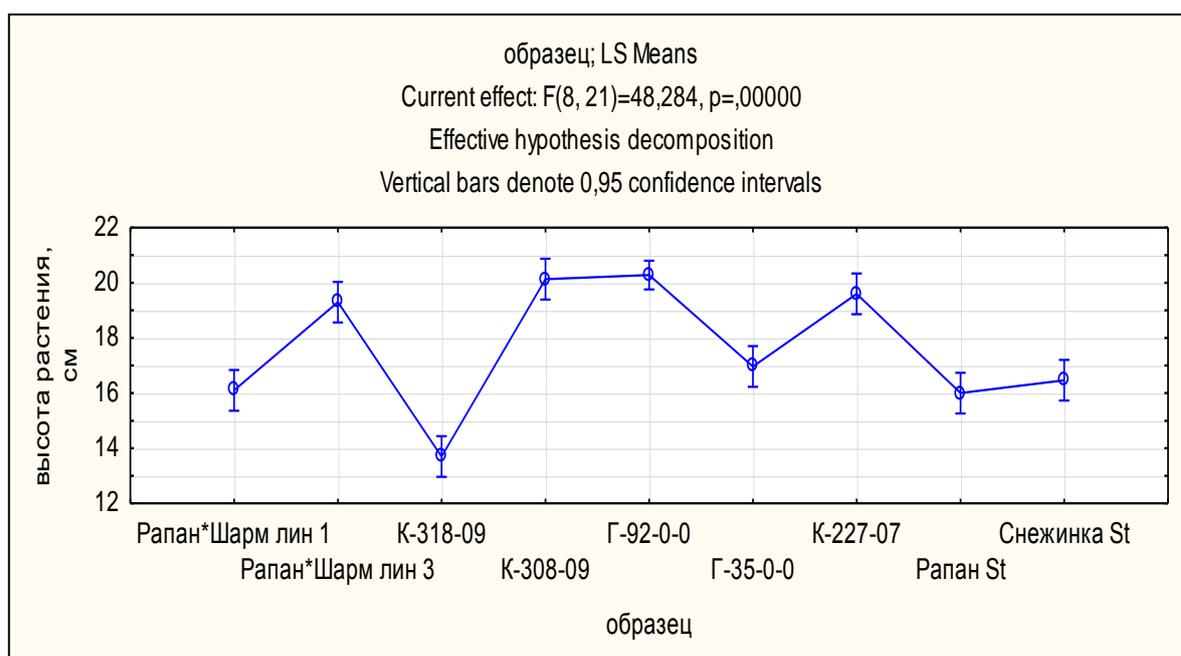


Рисунок 29 - Высота растений в контрольном питомнике, см 2014г.

Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

В контрольном питомнике проводили изучение 9 образцов. Максимальной величиной признака обладали образцы Г-92-0-0 (20,2 см), К 308-09 (20,1 см), К -227-07 (19,8 см), Рапан\*Шарм лин. 3 (19,1 см). Наименьшая скорость роста у образца К 318-09 (13,8 см). Стандарты Рапан и Снежинка (16-17 см) занимали промежуточное положение по величине

признака.

На основании проведенных исследований, в контрольном и конкурсном питомниках, были выделены образцы с максимальным значением признака «высота растений» в фазу начала кущения, которые рекомендуется использовать в качестве источников по изучаемому признаку, их характеристика приведена в таблице 27. В контрольном питомнике нами было изучено 7 сортообразцов.

Таблица 27- Характеристика сортообразцов выделенных по скорости роста растений риса в фазу кущения, 2014-2015 гг.

№ п./п.	Сорт, образец	Высота растений, см $\bar{x} \pm S\bar{x}$	Коэффициент вариации V, %	Среднеквадратическое отклонение, $\sigma$	Ошибка опыта, m, %
1	Снежинка St	11,7 $\pm$ 0,23	3,42	0,4	2,0
2	Курчанка* A/126210	20,37 $\pm$ 0,71	5,41	1,1	3,1
3	1111-08 д. 30	18,57 $\pm$ 0,41	4,08	0,76	2,35
4	Ur1a* Снежинка-1	16,4 $\pm$ 0,41	4,6	0,75	2,66
5	Ur1a* Снежинка-2	16,07 $\pm$ 0,21	2,0	0,32	1,16
6	K1841* Янтарь лин. 11	14,0 $\pm$ 0,15	1,81	0,25	1,04
7	Китайский	13,53 $\pm$ 0,09	1,13	0,15	0,65

Выделенные гибриды обладают скоростью роста на 15-75 % выше, чем стандарты, что позволяет использовать их в селекции для создания сортов с высокой скоростью роста.

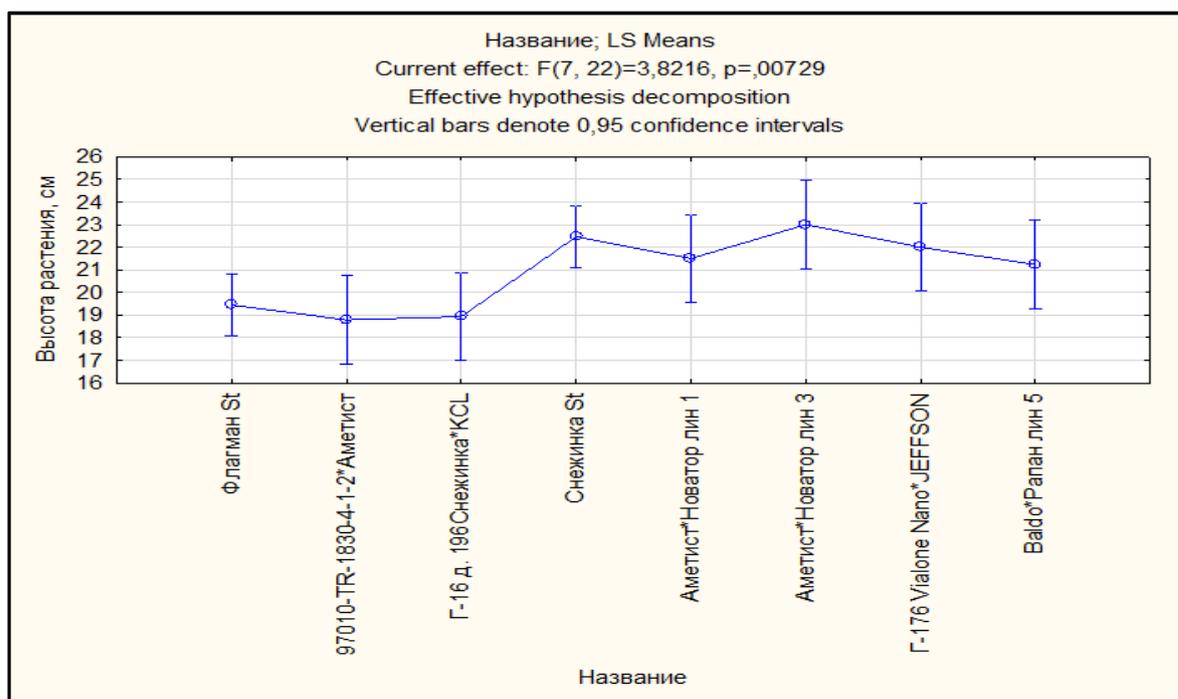


Рисунок 30 - Характеристика темпов роста сортообразцов риса в контрольном питомнике, см 2015 г.

В результате исследований сортов контрольного питомника нами выделены источники: Курчанка\*А/126210; 1111-08 д. 30; Upla\*Снежинка, характеризующиеся высокой скоростью роста в фазу начала кущения.

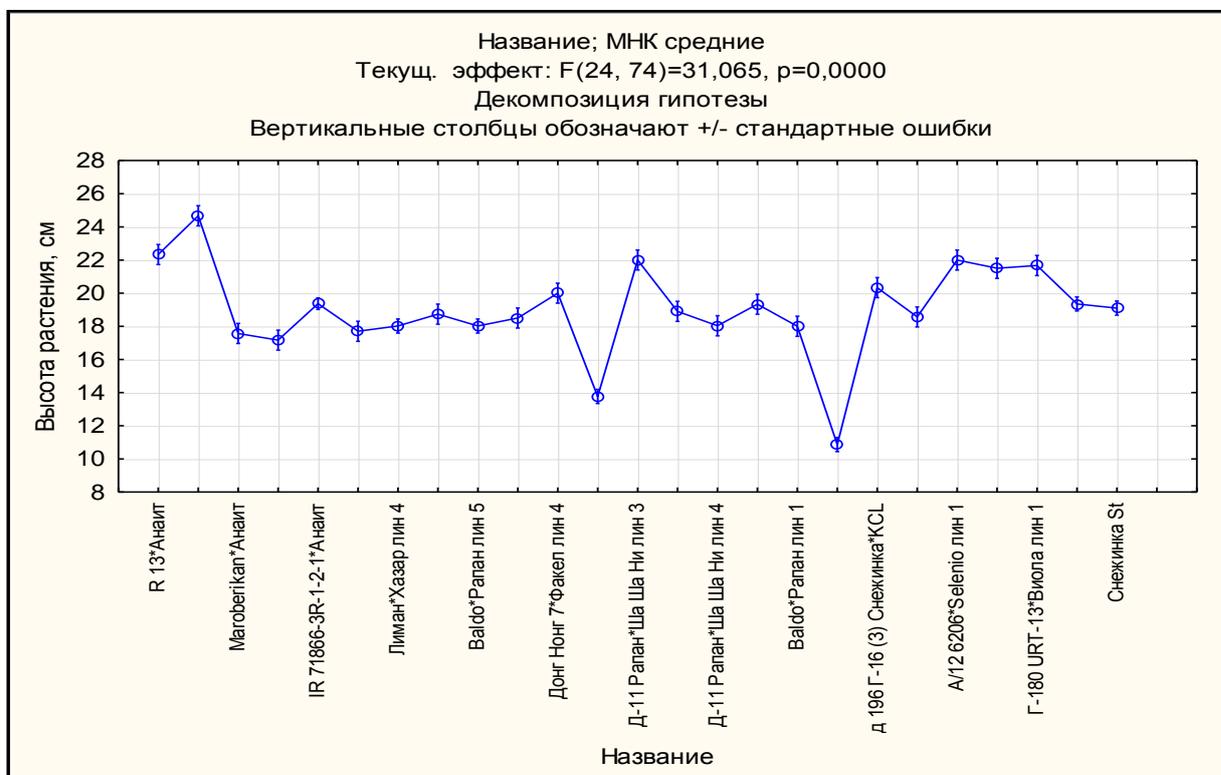


Рисунок 31 - Характеристика темпов роста гибридных образцов растений конкурсного сортоиспытания, см 2015 г.

Аналогичные исследования проводились в 2015 году. Были выделены линии, превышающие стандарты по изучаемому признаку (рисунок 32, приложение 11). Так, образец Аметист\*Новатор лин 3 (высота растения в фазу начала кущения 23 см), превышал остальные сорта контрольного питомника (КП). Сорта Снежинка St (22,5 см) и Флагман St (19,5 см) так же характеризовались высокой скоростью роста растений, скорость роста двух сортообразцов недостоверно отличалась от стандартов: 97010-TR-1830-4-1-2\*Аметист (18,9 см) и Г-16 д.196 Снежинка\*KCL (19,0 см).

Изучение полиморфизма по скорости роста растений в конкурсном сортоиспытании в 2015 г позволило выделить сорта с максимальной скоростью роста растений (R 13\* Анаит – 22,2 см и Флагман\*Dular 24,7 см) и минимальной (CN 9).

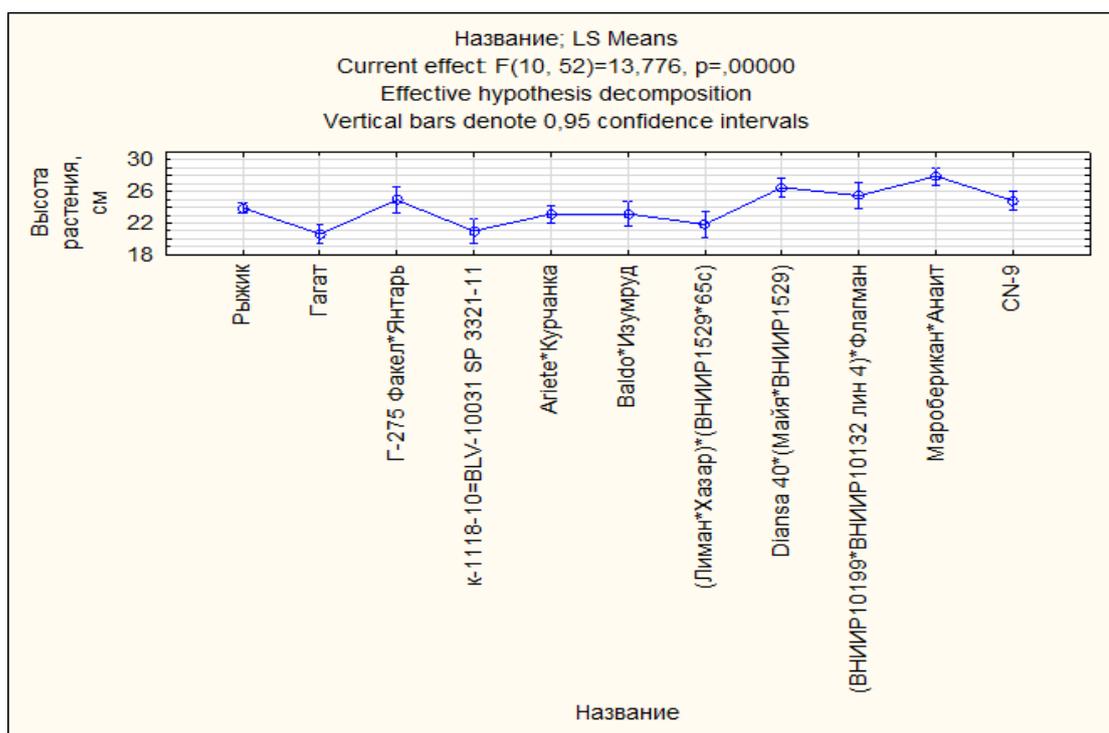


Рисунок 32 – Характеристика темпов роста растений в селекционном питомнике, см 2015 г.

При передаче сорта на государственное испытание важно знать темпы его роста на начальных этапах развития растений, поэтому мы

провели исследование по данному признаку на участке размножения сортов. Флагман и Снежинка достоверно превосходили один образец Д 25-2, который и был передан на ГСИ под названием Капелька (крупнозерный образец с высоким качеством зерна). Остальные образцы недостоверно превосходили стандарт или уступали ему, за исключением трех с низкими темпами роста Г -16, Д -4-13, Д -14 -3.

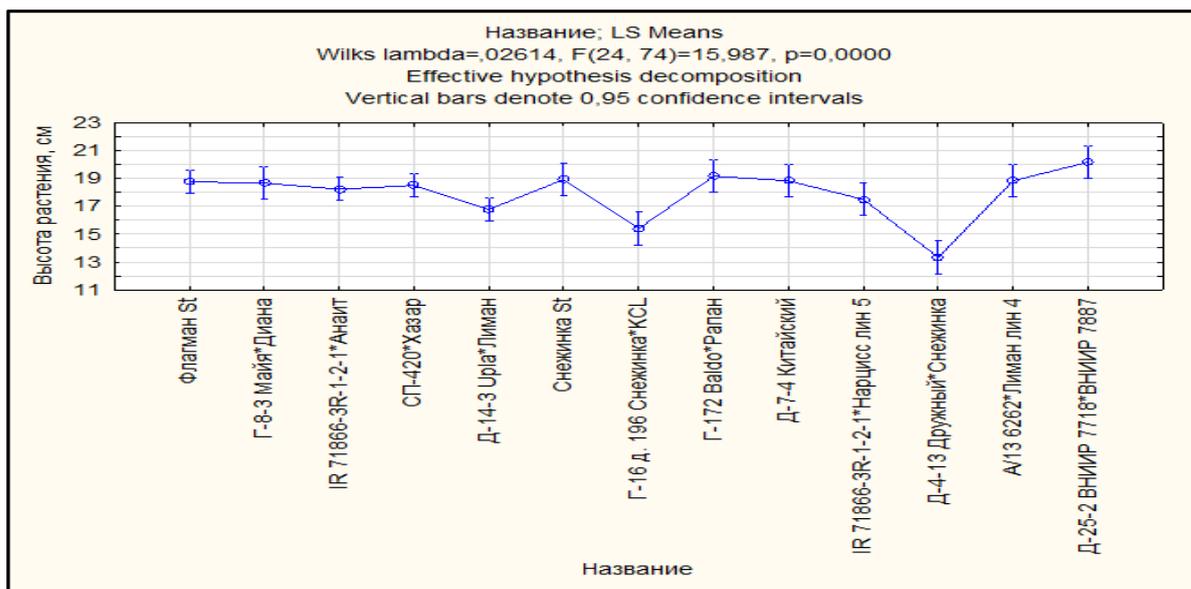


Рисунок 33 - Характеристика скорости роста и развития линий на участке размножения, см 2015г.

В результате исследований можно сделать вывод о том, что в конкурсном сортоиспытании выделены сортообразцы с признаком «высокая скорость роста»: Курчанка\*А/126210, К15д2, Д 14-3 и Аметист\*Новатор лин.3; в контрольном питомнике: Г-92-0-0, К 308-09; в селекционном питомнике – Мароберика\*Анаит, а на участке размножения – Д-25-2 (сорт Капелька), которые можно рекомендовать селекции как источники признаков.

Корреляционной взаимосвязи между высотой растения и темпами роста coleoptily не выявлено (приложение 12).

### 3.6 Изучение генетической системы, определяющей темпы роста

Высокие темпы роста обеспечивают сортам ряд преимуществ, связанных как с быстрым преодолением слоя воды, так и с

формированием дружных всходов. Быстрое преодоление слоя воды обеспечивает высокую густоту стояния растений на низких участках и более высокую адаптивность к абиотическим стрессам.

### 3.6.1 Изучение полиморфизма российских сортов риса по маркерам генов, определяющим темпы роста

Изучение полиморфизма российских сортов (32 шт.) по маркерам (58), определяющим темпы роста, показало, что по большинству из них российские сорта мономорфны (таблица 28). Это закономерный результат, так как долгое время проводился отбор сортов по данному признаку. Сорта не способные быстро преодолевать слой воды не имели перспектив в производстве, так как для борьбы с сорняками использовали глубокий слой воды.

Таблица 28 – Микросателлитные маркеры, связанные с признаком высокая скорость роста

SSR маркер	Признак	Температура плавления, °C	Размер ПЦР продукта, b.n.	Хромосома
RM 44 AQ074167 <i>Oryza sativa</i> Indica Group GSS [631 bp].	Скорость роста	55	165	3
RM104 AQ074132 <i>Oryza sativa</i> Indica Group GSS [604 bp].	Скорость роста	55	261	1
RM256	Скорость роста	55	105	8
RM318	Скорость роста	55	143	1

Мономорфны российские сорта в большинстве своем по маркерам: RM 256, RM 444, RM 104 и RM 318 (рисунок 34-37).

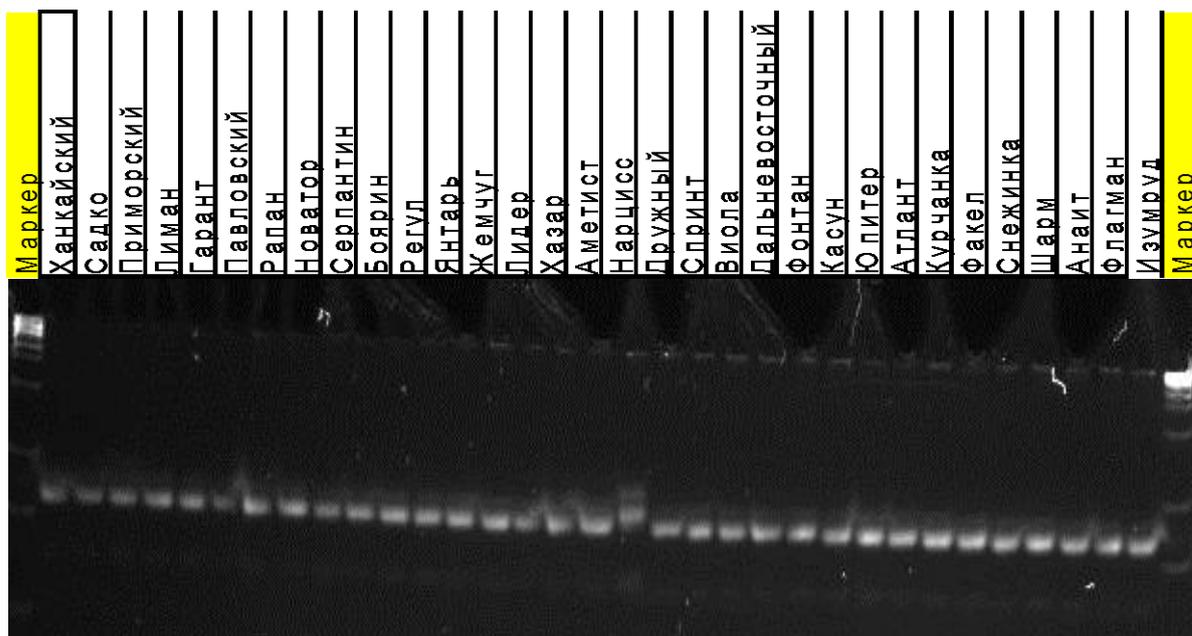


Рисунок 34 - Полиморфизм российских сортов по маркеру RM 444, связанному со скоростью роста

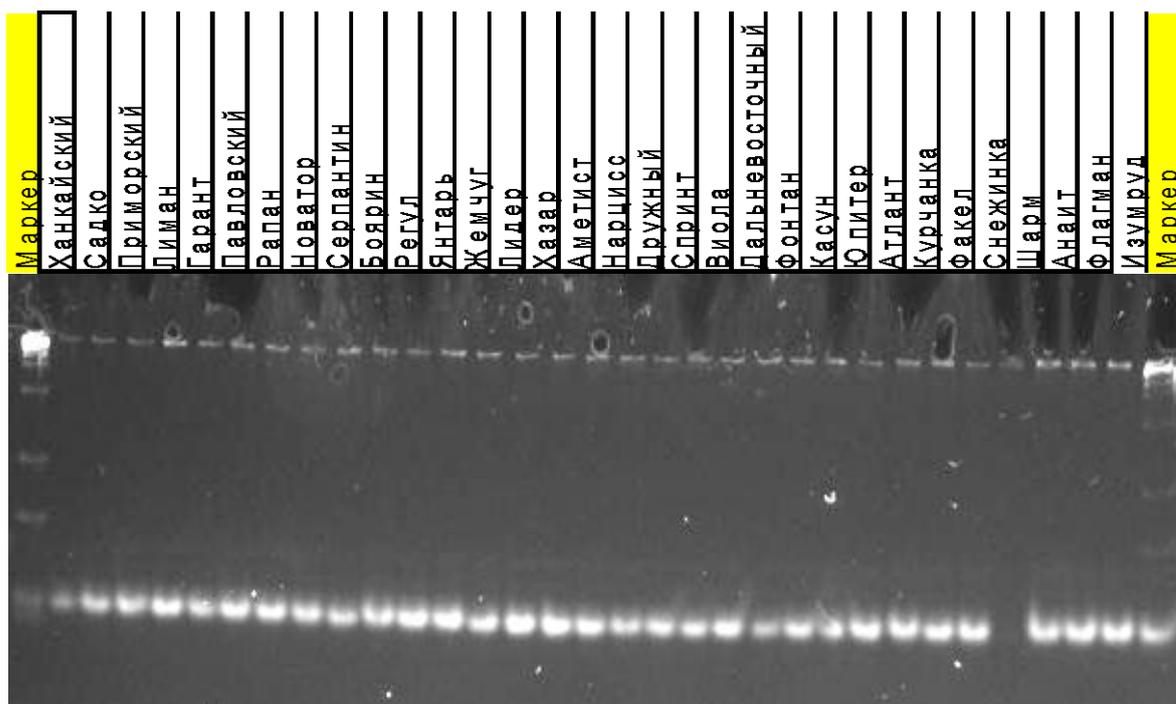


Рисунок 35 - Полиморфизм российских сортов по маркеру RM256, связанному со скоростью роста

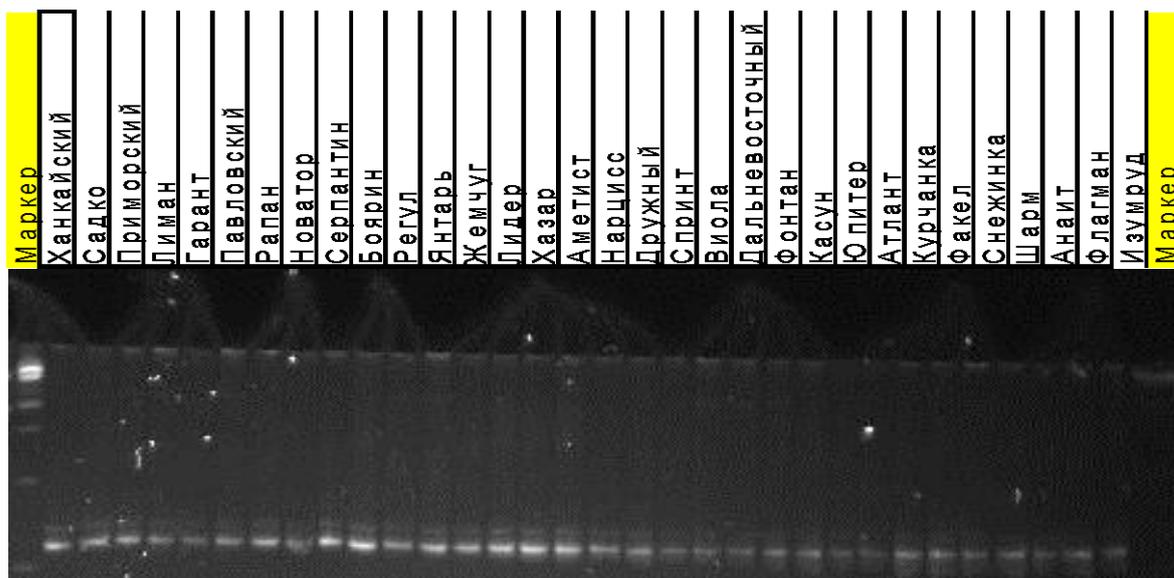


Рисунок 36 - Полиморфизм российских сортов по маркеру RM104, связанному со скоростью роста

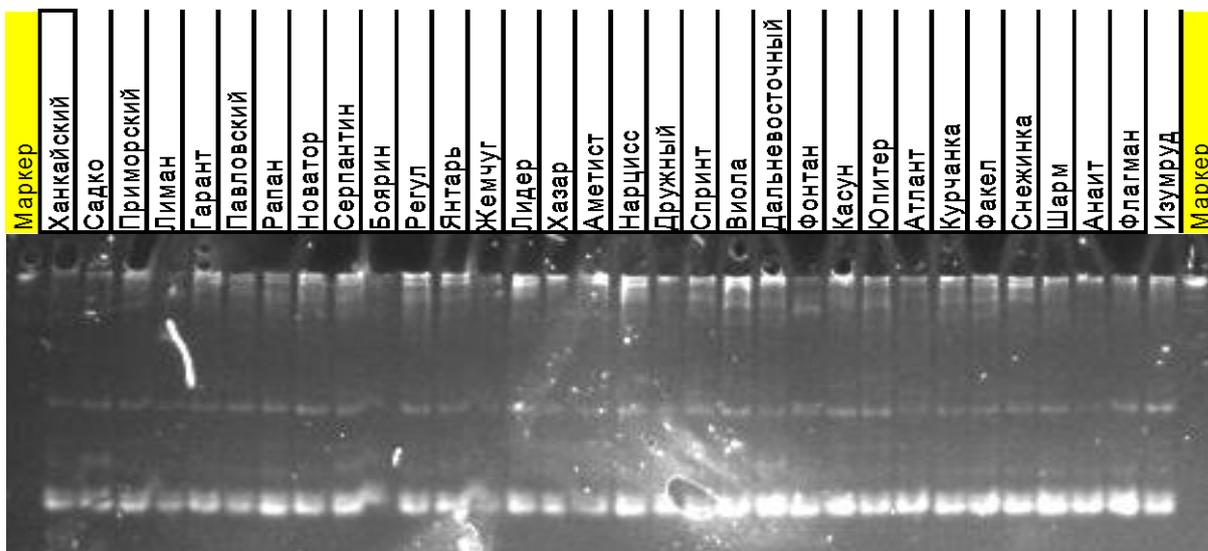


Рисунок 37 - Полиморфизм российских сортов по маркеру RM318, связанному со скоростью роста

### 3.6.2 Дифференциация российских сортов в группы с различными темпами роста

Проведенный в лаборатории анализ скорости роста зародышевого корешка и coleoptilya российских сортов риса позволил разделить их на группы (таблица 29-30).

Таблица 29- Характеристика сортов риса по морфо - физиологическим признакам, 2013-2015гг.

Сорт	МП	Кластер по массе проростка	ДК	Кластер по длине корней	ДС	Кластер по длине колеоптиля	О К/С
Приморский	1,13	4	0,98	2	2,18	4	0,45
Лиман	1,08	5	0,87	2	5,53	1	0,16
Гарант	1,06	5	0,61	4	3,75	3	0,16
Павловский	1,12	4	0,78	3	0,70	5	1,12
Рапан	1,11	4	0,51	5	2,49	4	0,2
Новатор	1,22	3	0,67	4	2,44	4	0,28
Серпантин	1,33	2	1,02	1	4,22	2	0,24
Регул	1,15	4	0,75	3	2,63	4	0,28
Янтарь	1,52	1	1,21	1	3,60	3	0,33
Лидер	1,23	3	0,72	3	2,93	4	0,25
Хазар	1,20	3	0,75	3	3,91	3	0,19
Аметист	1,35	2	1,09	1	5,23	1	0,21
Атлант	1,17	4	0,76	3	3,25	3	0,23
Курчанка	1,27	3	0,96	2	5,14	1	0,19
Снежинка	1,14	4	0,98	2	4,00	2	0,25
Изумруд	1,24	3	0,88	2	3,02	3	0,29
НСР 0,5	0,0045		0,0021		0,19		

\*МП – масса проростка, ДК – длина корешка, ДС – длина колеоптиля, О К/С – отношение длины корешка к длине колеоптиля

Таблица 30 – Изменчивость признака в выделенных группах с различными темпами роста, 2013-2015 гг.

№ группы	Масса проростка, г	Длина зародышевого корня, см	Длина колеоптиля, см
1	1,51-1,60	1,01-1,30	5,1-5,6
2	1,31-1,50	0,81-1,00	4,0-5,0
3	1,21-1,30	0,71-0,80	3,1-3,9
4	1,11-1,20	0,61-0,70	2,0-3,0
5	1,00-1,10	0,05-0,60	0,5-1,9

В результате исследования было выявлено, что по массе проростка самым многочисленным был четвертый кластер входит шесть отечественных сортов (Приморский, Павловский, Рапан, Регул, Атлант), но эта группа характеризовалась ниже средней массой проростка. Высокой массой проростка обладала 1 группа сортов (Янтарь – 1,52 г.) По признаку «скорость роста зародышевого корешка» отмечены сорта риса: Серпантин – 1,02 см, Янтарь – 1,21 см и Аметист – 1,09 см; «скорость роста

колеоптиля» - Лиман -5,53 см, Аметист – 5,23 см и Курчанка – 5,14 см., что характеризует сорт Аметист высокой скоростью роста зародышевого корешка и колеоптиля.

### 3.6.3 Изучение генетической системы, определяющей высокую скорость роста колеоптиля, длину зародышевого корешка и массу проростка

Был изучен полиморфизм выделенных групп сортов контрастных по высокой скорости роста проростка и зародышевого корешка по 58 маркерам, распределенным по 12 хромосомам риса. Количество маркеров на хромосому было различным от двух (на третьей, десятой, одиннадцатой и двенадцатой хромосомах), до девяти (на четвертой и пятой). На второй, шестой и восьмой хромосомах расположено соответственно семь и на двух последних - шесть маркеров (таблица 31). Десять из изученных 58 маркеров достоверно разделяли группы с различной скоростью роста колеоптиля, зародышевого корешка и массой проростка, они приведены в таблицах 32 - 37 и на рисунках 38 - 44.

Таблица 31 – Распределение маркеров, использованных в работе, по хромосомам риса

Хромо-сома	Количество маркеров	Маркеры, расположенные на хромосоме
1	4	RM 104, RM 259, <b>RM 600</b> , RM 5638
2	7	<b>RM 53</b> , RM 154, RM 240, RM 318, RM 322, RM 2770, RM 5707
3	2	RM 227, RM 347
4	9	RM 24, RM 127, RM 140, RM 255, <b>RM 261</b> , <b>RM 335</b> , RM 3276, <b>RM6314</b> , RM7187
5	9	RM 13, RM 30, RM 289, RM 405, RM 440, RM 509, RM 574, <b>RM 5361</b> , RM 6024
6	6	RM 141, RM 162, RM 276, RM 588, <b>RM 5371</b> , RM6811
7	4	RM 82, <b>RM 542</b> , RM 5508, RM7110
8	6	RM 25, RM 126, RM 256, RM <b>284</b> , RM 3155, RM8243
9	4	RM 242, <b>RM 245</b> , RM 444, RM7048
10	2	RM 258, RM 590
11	2	RM 286, RM 3428
12	2	RM 463, RM6410

Таблица 32 – Характеристика маркеров, достоверно разделяющих группы сортов

Маркер	Хромосома	Повторяющийся мотив	Температура плавления, °С	Размер продукта амплификации, п. н.	Ассоциация с признаками
Группы сортов с различной длиной зародышевого корня ( ДК)					
RM 126	4	C9(CT)8	55	125	число корней, индекс устойчивости к засухе, относительная длина корней, устойчивость к холоду, озерненность, количество выполненных колосков, масса зерна с растения, масса зерна метелки, масса 1000 зерен, пустозерность, длина метелки, количество стеблей, старение листьев, дней до выметывания, <b>высота растения</b>
RM242	9	(CT)26	55	225	толщина корней, длина корней, активность корней, масса 1000 зерен, масса зерна с растения, устойчивость к холоду, число колосков, частота дифференциации зеленых проростков, длина метелки, <b>энергия прорастания</b> , высота растения, отношение массы корней к побегам, стабильность клеточных мембран
Группы сортов с различной длиной зародышевого стебля (ДС)					
RM 289	5	G11(GA)16	55	108	длина метелки, <b>скорость прорастания</b> , урожай зерна, масса 1000 зерен, количество стеблей, высота растения, урожай зерна, общая биомасса зерна, количество выполненных зерен
Группы сортов с различной массой проростка (МП)					
RM 405	5	(AC)14	55	110	урожай зерна, длина метелки
RM 261	4	C9(CT)8	55	125	число корней, индекс устойчивости к засухе, относительная длина корней, устойчивость к холоду, дней до цветения, количество выполненных зерен, масса зерна с растения, масса зерна метелки, масса 1000 зерен, пустозерность, длина метелки, количество стеблей, высота растения, выход метелки, озерненность
RM242	9	(CT)26	55	225	толщина корней, длина корней, активность корней, масса 1000 зерен, масса зерна с растения, устойчивость к холоду, число колосков, частота дифференциации зеленых проростков, длина метелки, <b>энергия прорастания</b> , высота растения, отношение массы корней к побегам, стабильность клеточных мембран
RM 463	12	(TTAT)5	55	192	высота растения, количество выполненных зерен
RM 6314	4	(CTT)11	50	169	-

\*Информация об ориентировочном размере ПЦР-продуктов и рекомендуемой температуре плавления, ассоциации маркеров с признаками доступна на сайте [www.gramene.org](http://www.gramene.org).

Таблица 33 – гены, связанные с темпами роста у риса

Символ гена	Ассоциация с SSR маркерами	Расположение на хромосоме	Наименование маркера	
qRA9-1	Скорость роста coleoptilya	Chr. 9 17,719,660-18,810,331 bp 35.3-43.6 cM	RM 242	
qSW9-1				
gl9a	Прорастание семян	Chr. 9 14,648,372-20,174,430 bp 0-63.4 cM		
gl9b				
RTNB	Удлинение корней	Chr. 9 19,946,740-19,947,215 bp 135.7-139.3 cM		
SDLVIG	Скорость роста корней и побегов	18,810,067-18,810,331 bp  137.1-142.6 cM		
SDLVIG				
gw9.2	Скорость роста проростков	18,810,067-22,720,860 bp 23.8-31.6 cM		
gw9	Скорость роста проростков	18,810,067-19,947,215 bp 43.6-49.3 cM		
PNLG	Длина метелки	Chr. 8 2,114,843-5,115,915 bp 38.7-47.7 cM		RM 126
HEADR				
RTDWT	Выход целого ядра	17-25 cM		
qSW5-1	Скорость роста проростков	Chr. 5 1,861,366-1,861,699 bp 7.8-16.1 cM	RM 289	
qSS5-1				
gw5	Скорость роста проростков	7,807,745-7,807,830 bp 16.1-49.2 cM		
gs5	Скорость роста проростков	7,807,745-7,807,830 bp 16.1-49.2 cM		
AQGE022-GRWT	Продуктивность	7,807,745-7,807,830 bp 16.1-49.2 cM		
qGW5	Скорость роста проростков	7,807,745-7,807,830 bp 56.7-56.7 cM		
qPHT12-1	Высота растения	Chr. 12 26,017,140-26,108,004 bp 88.3-102.8 cM		RM 463
AQCU132-LFLG	Длина лиса	Chr. 1 30,737,705-40,567,354 bp 217.7-287 cM		RM 104
qph1.4				
qph8.1	Высота растения	Chr. 8 21,645,663-27,735,542 bp 67.7-111.9 cM	RM 256	
Ph8b	Высота растения	Chr. 8 3,542,893-5,423,539 bp 45.4-78.3 cM	RM 44	

Таблица 34 – Достоверность разделения на группы сортов с различной скоростью роста зародышевого корня с использованием SSR маркеров, 2015г.

Маркер	Сумма квадратов меж-групповая	Число степеней свободы	Сумма квадратов внутри-групповая	Число степеней свободы	F-критерий Фишера	Уровень значимости
1	2	3	4	5	6	7
RM 259	17,83	4,00	29,17	11,00	1,68	0,22
RM 444	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 574	1,78	4,00	1,97	11,00	2,49	0,10
RM 7048	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 245	0,44	4,00	20,00	11,00	0,06	0,99
RM 258	0,83	4,00	1,17	11,00	1,96	0,17
RM 256	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 284	2,77	4,00	2,67	11,00	2,86	0,08
RM 322	0,27	4,00	0,67	11,00	1,12	0,40
RM 335	11,20	4,00	154,80	11,00	0,20	0,93
RM 347	0,14	4,00	0,80	11,00	0,47	0,76
RM 440	0,97	4,00	3,47	11,00	0,77	0,57
RM 240	13,20	4,00	12,80	11,00	2,84	0,08
RM 30	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 405	4,05	4,00	15,70	11,00	0,71	0,60
RM 136	0,85	4,00	2,90	11,00	0,81	0,55
RM 154	2,17	4,00	2,77	11,00	2,16	0,14
RM 162	4,58	4,00	49,17	11,00	0,26	0,90
RM 104	0,27	4,00	0,67	11,00	1,12	0,40
RM 140	1,14	4,00	1,30	11,00	2,41	0,11
RM 141	3,27	4,00	4,67	11,00	1,93	0,18
RM 127	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 82	7,37	4,00	41,07	11,00	0,49	0,74
RM 126	1,97	4,00	1,47	11,00	3,70	0,04
RM 53	0,93	4,00	5,07	11,00	0,51	0,73
RM 255	0,27	4,00	0,67	11,00	1,12	0,40
RM 13	1,13	4,00	3,87	11,00	0,81	0,55
RM 25	0,15	4,00	1,60	11,00	0,26	0,90
RM 227	0,27	4,00	0,67	11,00	1,12	0,40
RM 286	4,55	4,00	17,20	11,00	0,73	0,59
RM 542	1,03	4,00	1,97	11,00	1,44	0,28
RM 509	0,95	4,00	0,80	11,00	3,27	0,05
RM 588	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 318	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 590	0,14	4,00	0,80	11,00	0,47	0,76

Продолжение таблицы 34

1	2	3	4	5	6	7
RM 261	1,27	4,00	3,17	11,00	1,10	0,40
RM 276	0,67	4,00	2,27	11,00	0,81	0,54
RM 24	0,14	4,00	0,80	11,00	0,47	0,76
RM 600	5,44	4,00	28,50	11,00	0,52	0,72
RM 242	2,20	4,00	0,80	11,00	7,56	0,00
RM 3276	0,94	4,00	6,00	11,00	0,43	0,78
RM5361	2,87	4,00	5,57	11,00	1,42	0,29
RM5508	33,23	4,00	32,77	11,00	2,79	0,08
RM6024	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM2770	6,27	4,00	23,17	11,00	0,74	0,58
RM3155	0,77	4,00	8,67	11,00	0,24	0,91
RM7110	5,33	4,00	18,67	11,00	0,79	0,56
RM3428	1,64	4,00	2,80	11,00	1,61	0,24
RM5371	9,57	4,00	32,37	11,00	0,81	0,54
RM7187	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM6314	0,97	4,00	3,47	11,00	0,77	0,57
RM6811	5,47	4,00	7,47	11,00	2,01	0,16
RM5638	5,54	4,00	12,40	11,00	1,23	0,35
RM5707	2,68	4,00	17,07	11,00	0,43	0,78
RM8243	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM6410	1,74	4,00	1,70	11,00	2,81	0,08
RM463	2,44	4,00	2,00	11,00	3,35	0,05
RM289	0,17	4,00	2,27	11,00	0,21	0,93

Несмотря на доказанную в дисперсионном анализе связь маркеров с высокой скоростью роста зародышевого корешка, эффективность их использования для разделения групп различна. Так большинство выделенных маркеров разделяет не все выделенные группы. RM 242, расположенный на хромосоме 9, связанный с генами, определяющими: **длину корней, активность корней, массу зерна с растения, устойчивость к холоду, число колосков, энергию прорастания, высоту растения** (рисунок 38), не позволяет разделить 2, 3, 4 и 5 группы.

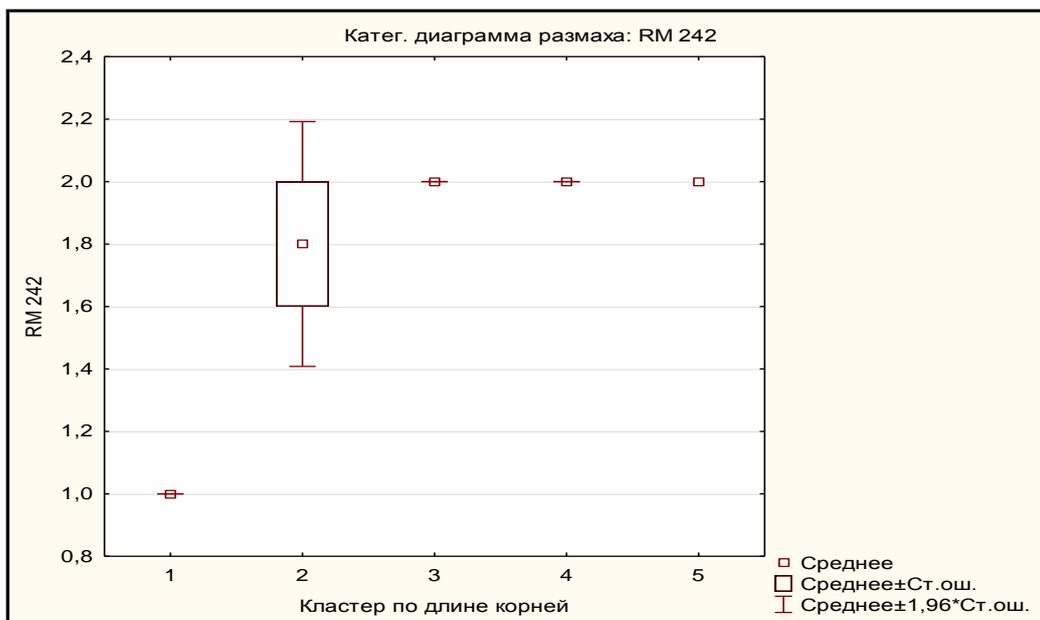


Рисунок 38 - Разделение групп сортов с различными темпами роста зародышевого корешка с использованием маркера RM 242

Достоверно отличается от них только первая группа сортов.

Маркер RM 126 расположен на 4 хромосоме (рисунок 39). Ранее в этом регионе локализованы гены, определяющие: **число корней, индекс устойчивости к засухе, относительную длину корней, устойчивость к холоду, озерненность, количество выполненных колосков, массу зерна с растения, массу зерна метелки, массу 1000 зерен, пустозерность, длину метелки, количество стеблей, старение листьев, дней до выметывания, высоту растения.** С использованием данного маркера, сорта достоверно можно разделить на две большие группы: 1-ая – с высокой скоростью роста зародышевых корней (1, 2 и 3 группы) и 2-ая – с низкой скоростью (4 и 5).

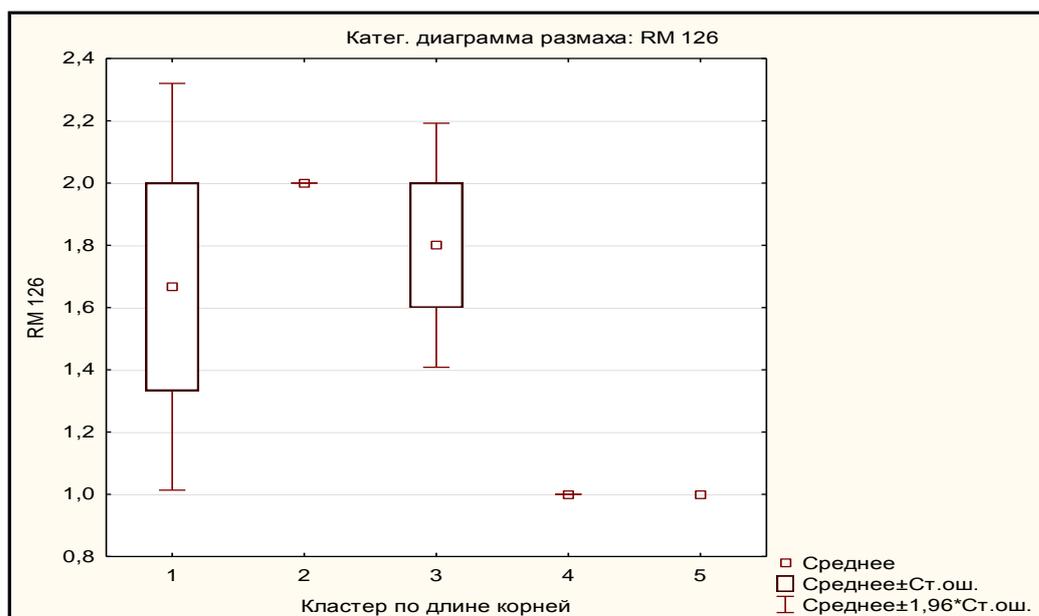


Рисунок 39 - Разделение групп сортов с различными темпами роста зародышевого корешка с использованием маркера RM 126

Таблица 35 – Достоверность разделения на группы сортов с различной массой проростка с использованием различных SSR маркеров, 2015 г.

Маркер	Сумма квадратов межгрупповая	Число степеней свободы	Сумма квадратов внутри групповая	Число степеней свободы	F – критерий Фишера	Уровень значимости
1	2	3	4	5	6	7
RM 444	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 574	0,72	4,00	3,03	11,00	0,65	0,64
RM 7048	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 245	2,80	4,00	17,63	11,00	0,44	0,78
RM 258	0,70	4,00	1,30	11,00	1,48	0,27
RM 256	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 284	2,24	4,00	3,20	11,00	1,92	0,18
RM 322	0,94	4,00	0,00	11,00		
RM 335	47,20	4,00	118,80	11,00	1,09	0,41
RM 347	0,14	4,00	0,80	11,00	0,47	0,76
RM 440	1,60	4,00	2,83	11,00	1,56	0,25
RM 240	1,97	4,00	24,03	11,00	0,23	0,92
RM 30	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 405	11,72	4,00	8,03	11,00	4,01	0,03
RM 136	1,22	4,00	2,53	11,00	1,32	0,32
RM 154	1,24	4,00	3,70	11,00	0,92	0,49
RM 162	11,25	4,00	42,50	11,00	0,73	0,59
RM 104	0,94	4,00	0,00	11,00		
RM 140	0,40	4,00	2,03	11,00	0,55	0,71
RM 141	0,90	4,00	7,03	11,00	0,35	0,84
RM 127	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 82	8,74	4,00	39,70	11,00	0,61	0,67
RM 126	0,30	4,00	3,13	11,00	0,27	0,89

Продолжение таблицы 35

1	2	3	4	5	6	7
RM 53	0,80	4,00	5,20	11,00	0,42	0,79
RM 255	0,94	4,00	0,00	11,00		
RM 13	1,50	4,00	3,50	11,00	1,18	0,37
RM 25	0,12	4,00	1,63	11,00	0,20	0,94
RM 227	0,44	4,00	0,50	11,00	2,41	0,11
RM 286	8,72	4,00	13,03	11,00	1,84	0,19
RM 542	0,87	4,00	2,13	11,00	1,12	0,40
RM 509	0,12	4,00	1,63	11,00	0,20	0,94
RM 588	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 318	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 590	0,10	4,00	0,83	11,00	0,34	0,84
RM 261	3,64	4,00	0,80	11,00	12,50	0,00
RM 276	0,44	4,00	2,50	11,00	0,48	0,75
RM 24	0,14	4,00	0,80	11,00	0,47	0,76
RM 600	7,10	4,00	26,83	11,00	0,73	0,59
RM 242	2,20	4,00	0,80	11,00	7,56	0,00
RM 3276	0,80	4,00	6,13	11,00	0,36	0,83
RM5361	1,40	4,00	7,03	11,00	0,55	0,70
RM5508	13,70	4,00	52,30	11,00	0,72	0,60
RM6024	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM2770	5,74	4,00	23,70	11,00	0,67	0,63
RM3155	4,64	4,00	4,80	11,00	2,66	0,09
RM7110	1,87	4,00	22,13	11,00	0,23	0,91
RM3428	0,40	4,00	4,03	11,00	0,28	0,89
RM5371	5,14	4,00	36,80	11,00	0,38	0,82
RM7187	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM6314	3,60	4,00	0,83	11,00	11,89	0,00
RM6811	2,30	4,00	10,63	11,00	0,60	0,67
RM5638	2,74	4,00	15,20	11,00	0,50	0,74
RM5707	1,12	4,00	18,63	11,00	0,16	0,95
RM8243	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM6410	0,40	4,00	3,03	11,00	0,37	0,83
RM463	3,94	4,00	0,50	11,00	21,66	0,00
RM289	0,60	4,00	1,83	11,00	0,91	0,49
RM3155	4,64	4,00	4,80	11,00	2,66	0,09

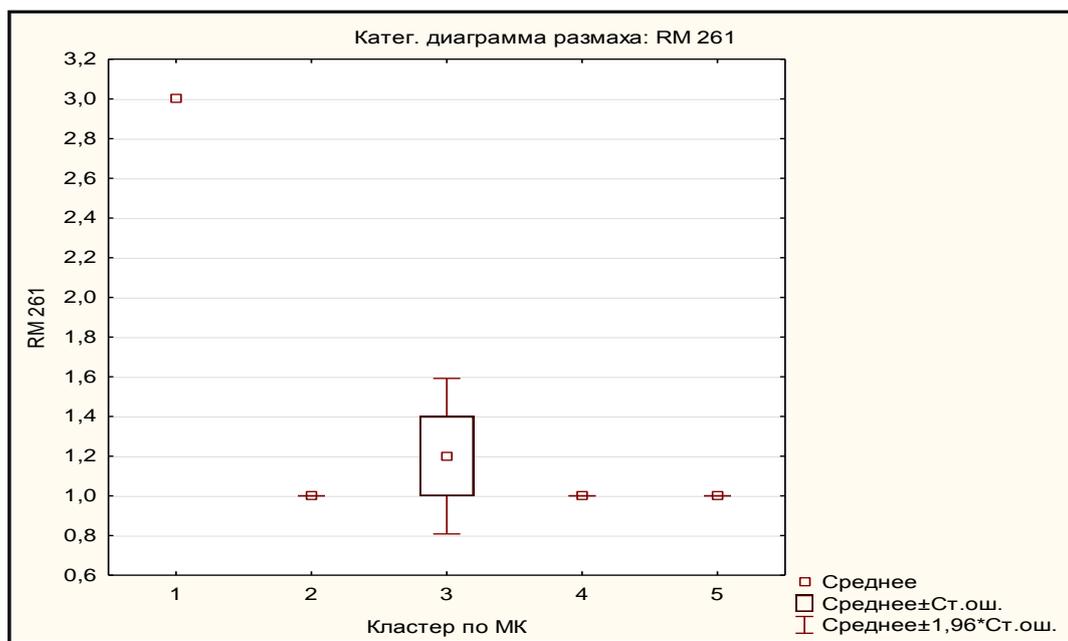


Рисунок 40 - Достоверность разделения на группы сортов с различной массой проростка с использованием маркера RM 261

Первая группа, вторая и третья группы сортов достоверно с использованием данного маркера не различаются между собой. Так же как и сорта 4 и 5 групп.

Маркер RM 261 позволяет достоверно идентифицировать только одну группу образцов с наиболее интенсивным проявлением признака. Этот маркер расположен на хромосоме 4, он связан с локусами, определяющими: число корней, индекс устойчивости к засухе, относительную длину корней, устойчивость к холоду, дней до цветения, количество выполненных зерен, массу зерна с растения, массу зерна метелки, массу 1000 зерен, пустозерность, длину метелки, количество стеблей, **высоту растения**, озерненность.

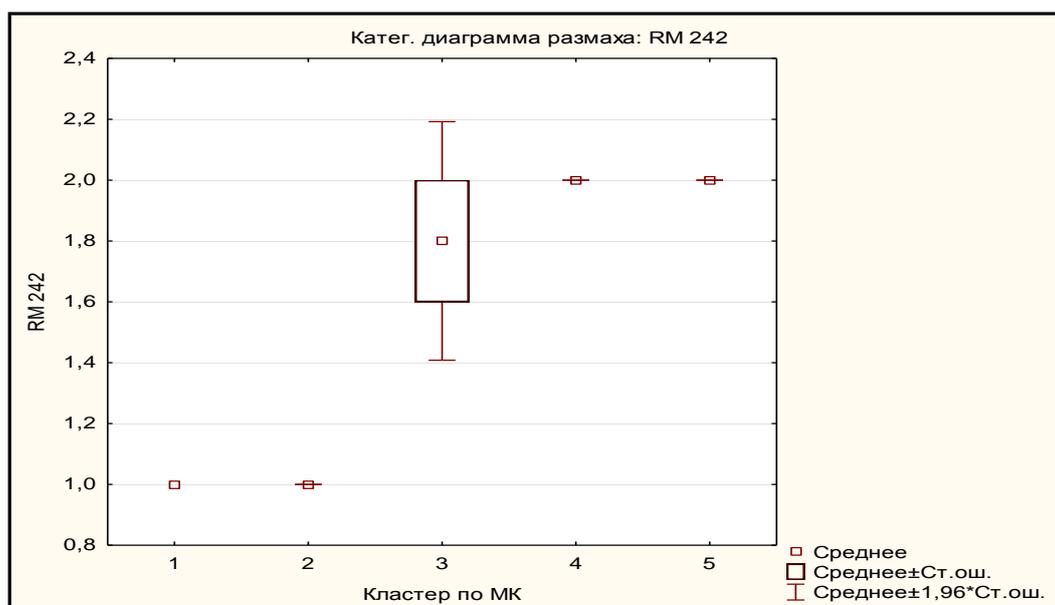


Рисунок 41 - Достоверность разделения на группы сортов с различной массой проростка с использованием маркера RM 242

При разделении сортов в группы по массе проростка с использованием маркера RM 242, также как и по признаку «скорость роста зародышевого корешка», сорта делятся на две большие группы. И здесь прослеживается такая же закономерность, как и по признаку «длина корешка», то есть первая группа сортов с высокими темпами роста, достоверно отличается от второй группы сортов с их низкими темпами роста.

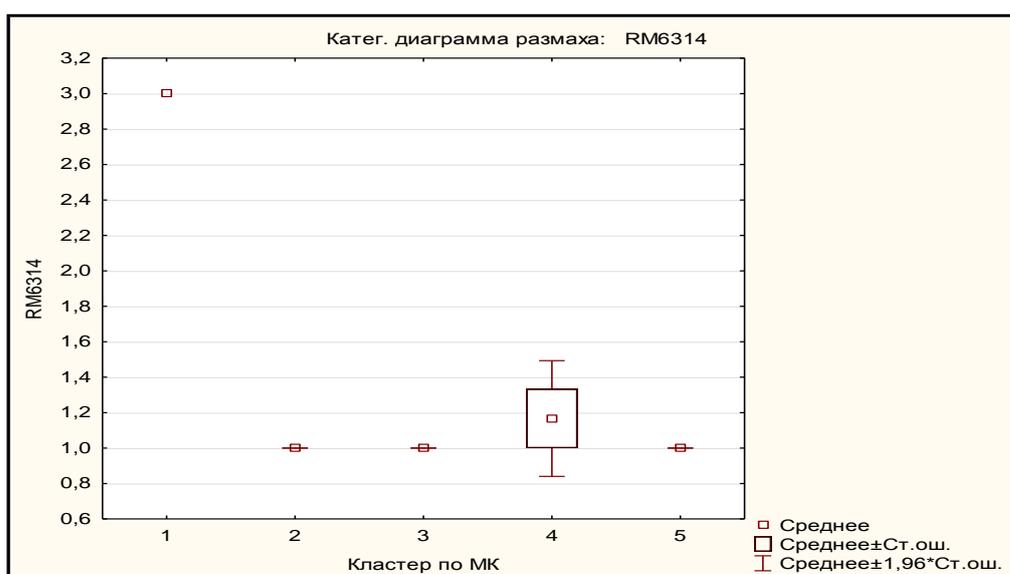


Рисунок 42 - Достоверность разделения на группы сортов с различной массой проростка с использованием маркера RM 6314

Достоверные различия по маркеру RM 6314, расположенному на 4 хромосоме выявлены для первой группы сортов, которые достоверно отличаются от других групп сортов.

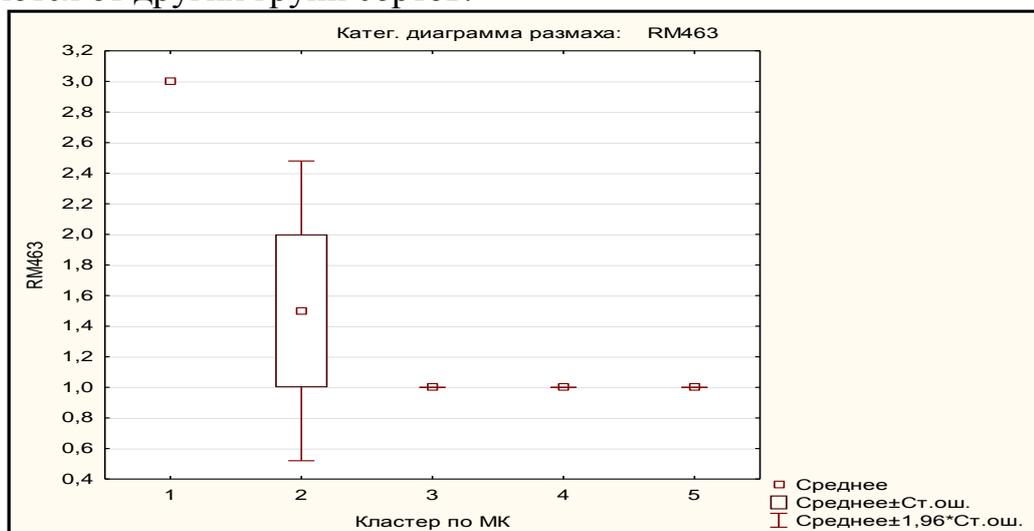


Рисунок 43 - Достоверность разделения на группы сортов с различной массой проростка с использованием маркера RM 463

Маркер RM 463 связан с такими признаками как: **высота растения** и количество выполненных зерен (рисунок 43). Этот маркер расположен на 12 хромосоме. Маркеры RM 463 и RM 6314 достоверно выявляют только первую группу сортов.

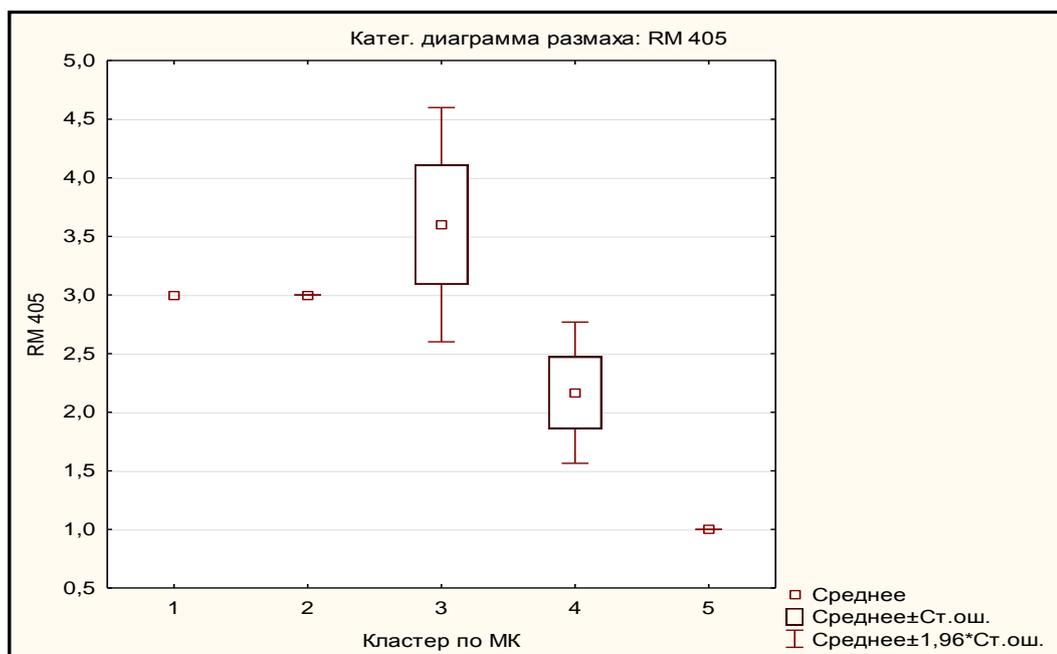


Рисунок 44 - Достоверность разделения на группы сортов с различной массой проростка с использованием маркера RM 405

RM 405 маркер, связанный с урожайностью зерна и длиной метелки, располагается на 5 хромосоме (рисунок 44). Достоверно различает 3 группы сортов между собой. Достоверно различимы третья, четвертая и пятая группы, первая и вторая группы не имеют достоверных различий при использовании данного маркера.

Таблица 36 – Достоверность разделения на группы сортов с различной скоростью роста coleoptilia с использованием SSR маркеров, 2015 г.

Маркер	Сумма квадратов межгрупповая	Число степеней свободы	Сумма квадратов внутри групповая	Число степеней свободы	F – критерий Фишера	Уровень значимости
1	2	3	4	5	6	7
RM 259	7,70	4,00	39,30	11,00	0,54	0,71
RM 444	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 574	1,08	4,00	2,67	11,00	1,12	0,40
RM 7048	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 245	3,64	4,00	16,80	11,00	0,60	0,67
RM 258	0,53	4,00	1,47	11,00	1,00	0,45
RM 256	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 284	0,54	4,00	4,90	11,00	0,30	0,87
RM 322	0,14	4,00	0,80	11,00	0,47	0,76
RM 335	18,13	4,00	147,87	11,00	0,34	0,85
RM 347	0,14	4,00	0,80	11,00	0,47	0,76
RM 440	1,27	4,00	3,17	11,00	1,10	0,40
RM 240	0,93	4,00	25,07	11,00	0,10	0,98
RM 30	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 405	3,48	4,00	16,27	11,00	0,59	0,68
RM 136	0,58	4,00	3,17	11,00	0,51	0,73
RM 154	1,64	4,00	3,30	11,00	1,36	0,31
RM 162	12,95	4,00	40,80	11,00	0,87	0,51
RM 104	0,14	4,00	0,80	11,00	0,47	0,76
RM 140	0,44	4,00	2,00	11,00	0,60	0,67
RM 141	2,47	4,00	5,47	11,00	1,24	0,35
RM 127	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 82	22,97	4,00	25,47	11,00	2,48	0,11
RM 126	0,94	4,00	2,50	11,00	1,03	0,43
RM 53	0,93	4,00	5,07	11,00	0,51	0,73
RM 255	0,14	4,00	0,80	11,00	0,47	0,76
RM 13	1,00	4,00	4,00	11,00	0,69	0,62
RM 25	0,45	4,00	1,30	11,00	0,95	0,47
RM 227	0,44	4,00	0,50	11,00	2,41	0,11
RM 286	7,75	4,00	14,00	11,00	1,52	0,26
RM 542	0,50	4,00	2,50	11,00	0,55	0,70
RM 509	0,28	4,00	1,47	11,00	0,53	0,72
RM 588	0,00	4,00	0,00	11,00		

Продолжение таблицы 36

1	2	3	4	5	6	7
RM 318	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM 590	0,94	4,00	0,00	11,00		
RM 261	0,44	4,00	4,00	11,00	0,30	0,87
RM 276	0,67	4,00	2,27	11,00	0,81	0,54
RM 24	0,14	4,00	0,80	11,00	0,47	0,76
RM 600	10,34	4,00	23,60	11,00	1,20	0,36
RM 242	0,63	4,00	2,37	11,00	0,74	0,59
RM3276	2,04	4,00	4,90	11,00	1,14	0,39
RM5361	3,37	4,00	5,07	11,00	1,83	0,19
RM5508	29,50	4,00	36,50	11,00	2,22	0,13
RM6024	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM2770	12,14	4,00	17,30	11,00	1,93	0,18
RM3155	2,54	4,00	6,90	11,00	1,01	0,44
RM7110	6,30	4,00	17,70	11,00	0,98	0,46
RM3428	0,74	4,00	3,70	11,00	0,55	0,70
RM5371	11,44	4,00	30,50	11,00	1,03	0,43
RM7187	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM6314	0,74	4,00	3,70	11,00	0,55	0,70
RM6811	2,57	4,00	10,37	11,00	0,68	0,62
RM5638	0,77	4,00	17,17	11,00	0,12	0,97
RM5707	7,35	4,00	12,40	11,00	1,63	0,24
RM8243	0,00	4,00	0,00	11,00		
RM6410	1,04	4,00	2,40	11,00	1,19	0,37
RM463	0,74	4,00	3,70	11,00	0,55	0,70
RM289	1,64	4,00	0,80	11,00	5,63	0,01

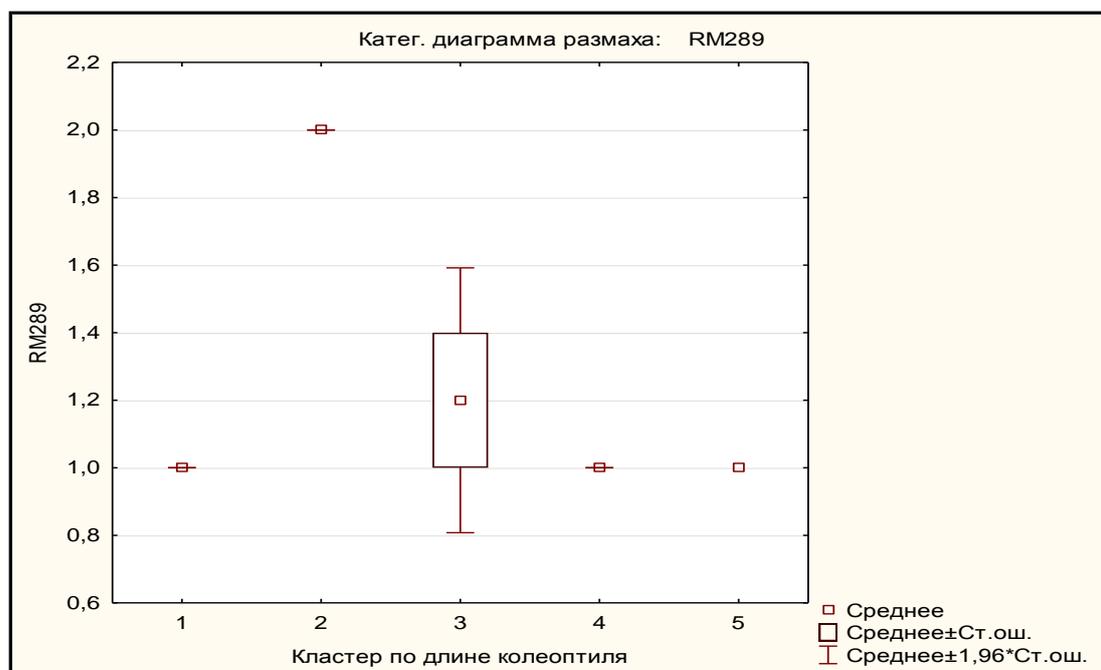


Рисунок 45 - Разделение групп сортов с различными темпами роста в фазу проростков с использованием маркера RM 289

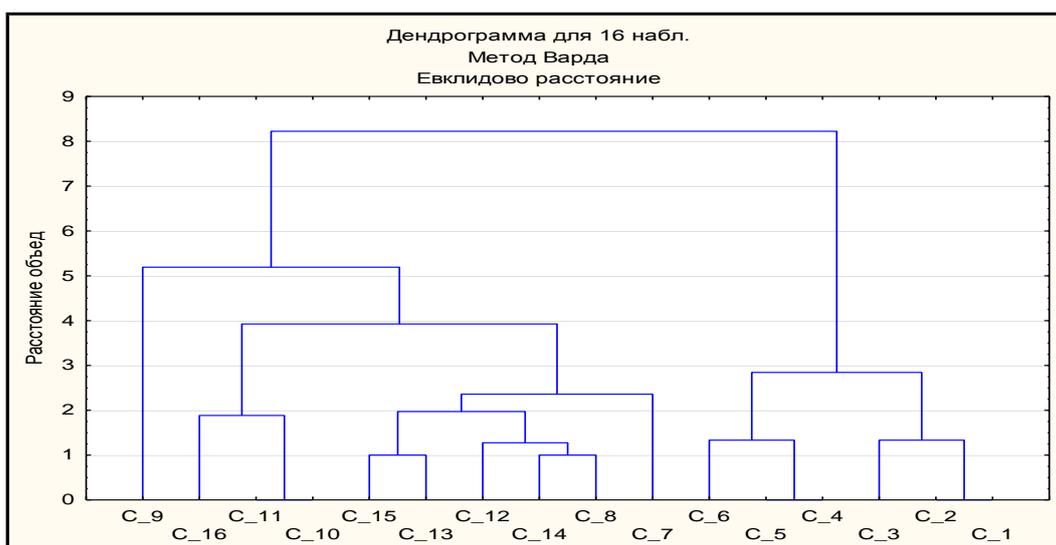
Маркер RM 289 располагается на 5 хромосоме и связан с генами, определяющими признаки: длина метелки, **скорость прорастания**, урожайность зерна, масса 1000 зерен, количество стеблей, **высота растения**, урожайность зерна, общая биомасса зерна, количество выполненных зерен. Это единственный маркер, который разделяет выделенные группы сортов по скорости роста проростка. Достоверные различия по скорости роста coleoptily выявлены для второй группы образцов, остальные группы достоверных различий между собой не имеют.

Ко второй группе по признаку «высокая скорость роста coleoptily» относятся сорта: Снежинка и Серпентин, которые достоверно отличаются по скорости роста coleoptily, что обусловлено маркером RM 289.

### **3.7 Кластеризация российских сортов риса по совокупности маркеров, разделяющих группы сортов с различными темпами роста**

При кластеризации сортов наиболее специфичными являются гены, достоверно разделяющие группы сортов по совокупности всех изучаемых признаков, маркеры: RM 242, RM 261, RM 6314, RM 463 и RM 289. Для выявления образцов контрастных по маркерам, определяющим высокую скорость роста, провели кластеризацию сортов, с использованием маркеров достоверно различающих группы (рисунок 46).

Дисперсионный анализ показал, что достоверно кластеры разделяют маркеры RM 405 и RM 126 (таблица 37-38), следовательно, при подборе пар для гибридизации, необходимо в первую очередь учитывать их полиморфизм.



1	Гарант	5	Приморск	9	Хазар	13	Курчанка
2	Лиман	6	Снежинка	10	Новатор	14	Серпантин
3	Рапан	7	Регул	11	Лидер	15	Аметист
4	Павловск	8	Атлант	12	Изумруд	16	Янтарь

Рисунок 46 - Кластеризация образцов контрастных по маркерам, определяющим скорость роста

Таблица 37 - Дисперсионный анализ по достоверности разделения кластеров с использованием SSRмаркеров, 2015 г.

Маркер	Сумма квадратов межгрупповая	Число степеней свободы	Сумма квадратов внутригрупповая	Число степеней свободы	F – критерий Фишера	Уровень значимости
RM 405	17,67	3	2,08	12	33,92	0,00
RM 126	2,60	3	0,83	12	12,50	0,00
RM 261	0,35	3	4,08	12	0,35	0,79
RM 242	0,83	3	2,17	12	1,54	0,25
RM6314	0,94	3	3,50	12	1,07	0,40
RM463	0,94	3	3,50	12	1,07	0,40
RM289	0,94	3	1,50	12	2,50	0,11

Анализ Евклидовых межкластерных расстояний показал (таблица 38), что генетически наиболее удалены образцы кластеров 3 и 4, а также 2 и 3.

Таблица 38 - Анализ Евклидовых межкластерных расстояний, 2015 г.

Кластеры	Но. 1	Но. 2	Но. 3	Но. 4
Но. 1	0,00	0,47	0,38	0,56
Но. 2	0,68	0,00	1,12	0,18
Но. 3	0,62	1,06	0,00	1,30
Но. 4	0,75	0,42	1,14	0,00

На основании результатов кластеризации получены рекомендации по подбору пар для гибридизации при создании сортов с признаками высокой скорости роста. Наиболее перспективны с точки зрения создания гибридов с высокой скоростью роста сортов: Янтарь, Серпантин, Аметист в качестве материнской формы и Павловский – опылитель.

## ВЫВОДЫ

1. На седьмые сутки, после закладки опыта, выявлен полиморфизм сортов и вариация признаков в пределах «темпы роста зародышевого корешка»:

- российские от 4,1 см до 5,6 см;
- итальянские от 3,0 см до 3,7 см;
- китайские от 4,2 см до 5,2 см.

«скорость роста и развития coleoptily»:

- российские от 4,6 до 5,8 см;
- итальянские от 3,5 до 4, см;
- китайские от 4,3 до 5,0 см.

2. Среди российских сортообразцов с высокой скоростью роста как coleoptily, так и зародышевого корешка выделены сорта: Боярин, Янтарь, Жемчуг и Спринт, у итальянских – Apollo, Arborio и Vulcano, и китайских – NHZ 10-DT7-Y1.

3. Сравнительный анализ показателей признаков, характеризующих темпы роста сортов российской и зарубежной селекции, показал достоверное преимущество сортов российской селекции над образцами других групп по обоим изучаемым признакам. Итальянские образцы превосходили китайские по темпам роста проростка и недостоверно уступали им по скорости роста зародышевого корешка.

4. Анализ величины признаков «длина зародышевого корешка» и «высота проростка» сортов районированных в разные годы: 1-ая группа – до 2000 года, 2-ая группа – 2000-2005 гг., 3-ая группа – 2006-2010 гг., 4-ая группа – 2011-2015 гг. показал, что сорта, районированные до 2000 года превосходят по признаку новые сорта и сортообразцы следующих поколений.

5. Изучение дифференциации сортов различных групп спелости по темпам роста проростка показало, что раннеспелые сорта обладают

максимально высокими темпами роста, позднеспелые сорта достоверно уступают им по признаку.

6. Анализ темпов роста проростка в группах сортов с различной формой зерновки, позволил установить достоверные различия по высоте проростка длиннозерных сортов, которые уступали по данному признаку всем изучаемым группам. Максимальной скоростью роста характеризовались среднезерные образцы, короткозерные достоверно уступали им. Максимальный размах варьирования был характерен для группы крупнозерных образцов, которая достоверно не отличалась от групп средне и короткозерных. По длине зародышевого корешка между всеми изучаемыми группами достоверных различий не выявлено.

7. Белозерные и краснозерные образцы превосходят по высоте проростка сорта риса других групп, группы чернозерных и глютинозных образцов отличались друг от друга по признаку недостоверно.

8. Изучение полиморфизма российских сортов по маркерам, определяющим темпы роста, показал, что по большинству из них российские сорта мономорфны.

9. Из 58 используемых SSR маркеров, достоверно разделили группы сортов российской селекции по признаку «масса проростка» пять маркеров: RM 405, RM 261, RM 242, RM 463, RM 6314, расположенных соответственно на 5,4,9,12 хромосомах.

10. Достоверно разделили группы сортов российской селекции по признаку «скорость роста» зародышевого корня два маркера: RM 242 и RM 126, расположенные соответственно на 4 и 9 хромосомах.

11. Достоверно разделил группы сортов российской селекции по признаку «высота проростка» только один маркер - RM 289, расположенный на 5 хромосоме, связанный с локусами, определяющими скорость прорастания, высоту растения и продуктивность.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ

1. Рекомендуется использовать в селекции зарубежные источники по признакам, характеризующим продуктивность: ННЗ 10-DТ 7-Y1, ННЗ 17-Y16-Y3-SAL1; по массе боковых метелок: ННЗ 10-DТ 7-Y1, ННЗ 10-SAL 3-LI 1-LI-1, ННЗ 11-Y6-Y2-SUB, ННЗ 10-DТ 7-Y1.

2. Анализ темпов роста проростка в выделенных группах с различным периодом вегетации, формой зерновки и окраской перикарпа показал необходимость работы над улучшением выше перечисленных признаков у сортов позднего срока созревания, длиннозерных, глютинозных, с окрашенным перикарпом.

3. Рекомендуется проводить посев сортов длиннозерных, глютинозных, с окрашенным перикарпом на наиболее выровненных чеках вследствие их низких темпов роста на начальных этапах развития, не позволяющих быстро преодолевать глубокий слой воды, что приводит к изреженным всходам.

4. Образцы с максимальным значением признака «высота растений» в фазу начала кущения, рекомендуется использовать в качестве источников по изучаемому признаку: Курчанка\*А/126210; 1111-08 д. 30; Урла\*Снежинка; Аметист\*Новатор лин 3; К 15 д. 2; Д 14-3; СN -9; Г-92-0-0; К 318-09; К -227-07; Рапан\*Шарм лин. 3; R 13\* Анаит; Флагман\*Dular и Д 25-2.

5. Рекомендуем использовать сорт Капелька для посева в производстве – как крупнозерный с высоким качеством зерна, характеризующийся высокими темпами роста и продуктивностью.

6. Рекомендовано использовать наиболее перспективные с точки зрения создания гибридов с высокой скоростью роста сорта: Янтарь, Серпантин, Аметист в качестве материнской формы и Павловский – опылитель. В качестве материнской формы желательно использовать

сорта, наиболее продуктивные и адаптивные к стрессам, так как эти признаки во многих случаях определяются генами, расположенными в цитоплазматических органеллах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрономическая тетрадь. Возделывание риса по интенсивной технологии. М.: Россельхозиздат, 1987. С.18-24.
2. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / К.М. Авакян [и др.]. Под общ. ред. Е.М. Харитонова – Краснодар: ВНИИ риса, 2005. - 340с.
3. Агарков, В.Д. К обоснованию высоких и низких урожаев риса / В.Д. Агарков, А.И. Касьянов // Рисоводство – 2002. - № 1. - С. 25–30.
4. Состояние и проблемы рисового мелиоративного комплекса Кубани. / Г.В. Аксенов - УДК 633.18:631.6. - Рисоводство. – 2002. - № 1. - 104 с.
5. Аксенова, Л. Рис. /Л. Аксенова – География. – 2002. - № 19. – 55с.
6. Алёшин, Е.П. Краткий справочник рисовода / Е.П. Алёшин, В.П. Конохова. – М.: Агропром издат, 1986. – 253 с.
7. Алешин, Е.П. Формирование элементов структуры урожая риса в зависимости от густоты стояния растений и уровня минерального питания / Е.П. Алешин, Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник // С. – х. биология.– 1986. – №7. – С. 21 – 25.
8. Алешин, Е.П. Рис. / Е.П. Алешин, Н.Е. Алешин – Москва. - 1993. - 504 с.
9. Алешин, Е.П. Краткий справочник рисоводства. / Е.П. Алешин, В.П. Конохова – Москва: Агропромиздат, - 1986.-253с.: ил.
10. Апрод, А.И. Методические рекомендации по оценке сортов и гибридов риса на устойчивость к постоянному затоплению при получении всходов Текст. / А.И.Апрод, З.И. Баллод.- Краснодар: ВНИИ риса - 1993. - 76с.

11. Барановский, П.М. Физиолого-биохимические изменения у растений кукурузы в процессе инцухта /П.М. Барановский, Д.И. Семенова// Гетерозис в растениеводстве. – Л.: Колос. – 1968. – С.205-209.
12. Беденко, В.П. Фотосинтез и продуктивность пшеницы на юго-востоке Казахстана / В.П. Беденко // - Алма-Ата: Наука Каз. ССР - 1980. – 224с.
13. Беденко, В.П. Морфофизиологические показатели продукционного процесса у контрастных по урожайности сортов озимой пшеницы. / В.П. Беденко // Продукционный процесс, его моделирование и полевой контроль. Саратов. - 1990. - С. 18-21.
14. Беденко, В.П. Основы продукционного процесса растений /В.П. Беденко, В.В. Коломейченко - Орел. - 2003. – 260с.
15. Блажний, Е.С. Почвы дельты р. Кубани и прилегающих пространств / Е.С. Блажний // Краснодар: Краснодарское кн. изд., - 1971. – 197 с.
16. Богатырев, Л.Г. Почвоведение / Л.Г. Богатырев, В.Д. Васильевская. – М.: Высшая школа, 1988. – 138 с.
17. Бржезицкий, М. Прорастание риса при разной толщине слоя воды. / М. Бржезицкий // Записки семенной контр. Станции при Азербайд. с-х. ин-те. – Баку - 1927. - Вып. 1. – С. 97-105.
18. Вальков, В.Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана /В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомперь, И.Т. Трубилин, Н.С. Котляров, Г. М. Соляник. – Ростов-на-Дону: Издательство СКНЦ ВИН, - 1996. – 116 с.
19. Воробейков, Г.А. Поступление и распределение меченых соединений между главными и боковыми побегами зерновых злаков при разной влажности почвы / Г.А. Воробейников, В.Ф. Дричко, С.Х. Хуаз // V съезд общества физиологов растений. Пенза 15-21 сентября 2003г. Тезисы докладов. – Пенза. - 2003. –126 с.
20. Воробьев, Н.В. Всхожесть семян и длина coleoptily у проростков при прорастании в затопленной почве при разной температуре

/ Н.В. Воробьев, Е.П. Алешин // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1980. – Вып. 28. – С. 25- 29.

21. Воробьев, Н.В. Физиология прорастания семян риса. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. /Н.В. Воробьев - Краснодар - 1985, - 387с.

22. Воробьев, Н.В. Физиологические основы прорастания семян и агрохимические пути повышения их полевой всхожести. Прием повышения урожайности риса / Н.В. Воробьев, А.Х. Шеуджен – Краснодар. - 2000. — С. 26—50.

23. Воробьев, Н.В. Интенсивность начального роста проростков как показатель качества семян риса. Регуляция роста растений / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, Д.В. Ульянов. - Мастер. 2-й международ. Науч. Конф. – Минск. - 2001.- С. 43-44.

24. Воробьев, Н.В. Физиологические основы прорастания семян риса и пути повышения их всхожести / Н.В. Воробьев. – Краснодар. – 2003. – 116 с.

25. Воробьев, Н.В. Продукционный процесс у сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев - Просвещение-Юг. Краснодар. - 2011. - 198с.

26. Воробьев, Н.В. Физиологические основы формирования урожая риса. / Н. В. Воробьев - Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – 405с.

27. Гишева, Н.Г. Солеустойчивость сортов риса / Н.Г. Гишева: автореф. дис. канд. биол. наук. - Краснодар. - 1999. – 21 с.

28. Гишева, Н.Г. Проблемы селекции риса на солеустойчивость. / Н.Г. Гишева, А.Х. Шеуджен // Южно российский институт мониторинга земель и экосистем. Засоление почвы и их воздействие на растения. Вестник КНЦ АМАН, 1999. - Вып. 5. - С.10-16.

29. Гольфанд, Б.И. Агрехимическая характеристика лугово-черноземных почв рисовых полей низовья реки Кубань / Б.И. Гольфанд. – Краснодар, - 1970. – 165 с.

30. Гончарова, Ю.К. Взаимосвязь между устойчивостью к высоким температурам и стабильностью урожаев у риса / Е.М. Харитонов, Ю.К. Гончарова - Аграрная Россия. -2008. - № 3. - С. 22-24.

31. Гончарова, Ю.К. Показатели продуктивности у сортов риса отечественной селекции при повышенных температурах в связи с проблемой глобального изменения климата / Е.М. Харитонов, Ю.К. Гончарова // Сельскохозяйственная биология. Серия: Биология растений. Серия: Биология животных. - 2009. - № 1.- С. 16-20.

32. Гончарова, Ю.К. Воздействие температурного стресса на продуктивность риса / Ю.К. Гончарова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2009. - № 2. - С. 40-42.(a)

33. Гончарова, Ю.К. Генетические основы повышения устойчивости к высоким температурам у риса / Ю.К. Гончарова // Аграрная наука.- 2009.- №9.- С. 35-37.(b)

34. Гончарова, Ю.К. Наследование признаков, определяющих физиологический базис гетерозиса у гибридов риса / Ю.К. Гончарова // Сельскохозяйственная биология. - 2010. - № 5. - С.72-75.(a)

35. Гончарова, Ю.К. Наследование признака «устойчивость к высоким температурам» у риса / Ю.К. Гончарова // Вестник ВОГиС.- 2010.- Том 14.- № 4 .- С. 714-719.(b)

36. Гончарова, Ю.К. Механизм солеустойчивости российских сортов риса / Ю.К. Гончарова, Е.М. Харитонов // Аграрный вестник Урала.- 2010.- №8 (74) .- С.45 - 48.

37. Гончарова, Ю.К. Генетика признаков обеспечивающих эффективность минерального питания у риса / Ю.К. Гончарова, Е.В. Литвинова, Н.А. Очкас // Труды КГАУ. - 2010.- № 24.- С. 54 - 58.

38. Гончарова, Ю.К. О гетико-физиологических механизмах солеустойчивости у риса (*Oryza sativa* L.) / Ю.К. Гончарова, Е.М. Харитонов // Сельскохозяйственная биология. - 2013. - № 3. - С. 3-11.
39. Гончарова, Ю.К. Природа гетерозисного эффекта / Ю.К. Гончарова, Е.М. Харитонов, Е.В. Литвинова - Доклады РАСХН. 2010. - №4. - С. 10-12.
40. Гончарова, Ю. К. Метод закрепления гетерозисного эффекта – Реализация на растениях (К столетию со дня рождения В.А. Струнникова) / Ю. К. Гончарова – Онтогенез. – 2014. - Т.45. - № 6. - С. 442–446. (a).
41. Гончарова, Ю.К. Генетические основы повышения продуктивности риса / Ю.К. Гончарова - дис. На соискание уч. степени докт. биол. наук, Краснодар. - 2014. – 417 с. (b).
42. Гончарова, Ю.К. Генетические основы повышения продуктивности риса. / Ю.К. Гончарова, Е.М. Харитонов // Монография. – Краснодар: ФГБНУ ВНИИ риса, ООО «Просвещение - ЮГ», 2015. – 314 с.
43. Гостимский, С.А. О возможности получения гетерозисных форм гороха на основе полулетальных хлорофильных мутаций / С.А. Гостимский, С.А. Рыбцов, Т.А. Ежова – С.-х. биология. – 1992. - №1. – С. 64-71.
44. Граб, Т.А. Роль кущения в формировании урожая риса / Т.А. Граб, Н.Б. Натальин - Труды Куб. СХИ. – 1969. – Вып. 23. – С. 65-71.
45. Гушин, Г.Г. Рис /Г.Г. Гушин. – М., - 1938. – 832 с.
46. Дзюба, В.А. Гибридологическая изменчивость ряда признаков у риса / В.А. Дзюба // Бюлл. ВНИИ риса, 1973. – Вып. 11. – С. 7-9.
47. Дзюба, В.А. Индуцирование генетических маркеров риса /В.А. Дзюба // Мат. IX Межд. симпоз. «Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье», Симферополь, 2000. – С. 363.
48. Дзюба, В.А. Генетика периода вегетации у риса / В.А. Дзюба // Рисоводство, - 1/2002 - 104 с.

49. Дзюба, В.А. Генетика риса / В.А. Дзюба – Краснодар. - 2004.– 283 с.
50. Джулай, А.П. Культура риса на Кубани. / А.П. Джулай, Е.П. Алёшин, Е.Б.Величко - Краснодар: Кн. Изд-во, - 1980. - 205 с.
51. Драгавцев, В.А. Основные методы оценки наследуемости количественных признаков у растений / В.А. Драгавцев // Сб. Методы исследований с зернобобовыми культурами, Орел, 1971. – С. 77-92.
52. Драгавцев, В.А. Методы популяционного эксперимента с растениями / В.А. Драгавцев // Успехи современной генетики, М.: Наука, 1974. - № 5. – С. 221-228.
53. Ерыгин, П.С. Основы биологии риса / П.С. Ерыгин, Н.П. Краснюк // Рис : сборник статей / М. : Колос, - 1965. – С. 15-34.
54. Ерыгин, П.С. Влияние температуры и азота на образование узла кущения риса. Текст. / П.С. Ерыгин // Труды Кубанского СХИ. - 1958. - Вып. 4(32). - С. 424-429.
55. Ерыгин, П.С. Роль водного режима в формировании урожая риса / П.С. Ерыгин, Т.И. Фенолова // Биологические основы орошаемого земледелия. – М., - 1966. - С. 115-120.
56. Ерыгин, П.С. Рис. / П.С. Ерыгин, Н.Б. Натальина. - М.: «Колос», - 1968. - 328 с.
57. Ерыгин, П.С. Физиология сельскохозяйственных растений. /П.С. Ерыгин - Издательство Московского университета,- 1969. - Т.5. - С. 266-416.
58. Ерыгин, П.С. Физиология риса / П.С. Ерыгин – Москва, Колос, - 1981. – 208 с.
59. Ерыгин, И. О. Физиология риса / И. О. Ерыгин - М.: Колос, - 1981. – 808 с.
60. Есипов, А.Г. Водный режим культуры риса. / А.Г. Есипов - Хабаровск. – 1936. - С. 40-45.

61. Жанбасбаев, М. Агроклиматические условия произрастания риса в континентальном климате. / М. Жанбасбаев - Л.: Гидрометео-издат, - 1969. - 168 с.
62. Зайцев, В.Б. По изучению орошения риса в Приморье. / В.Б. Зайцев - в кн.: Материалы по опытно-мелиоративному делу. - М.: Изд. Гос. института с.-х. мелиораций, - 1930. - С.171-255.
63. Зырянова, М.И. Инструментальный и математический контроль за качеством планировочных работ на рисовых полях. / М.И. Зырянова // В кн. «Новое в биологии, агротехнике и организации производства риса». Краснодар. - 1969. - С.165-172.
64. Иванова, Д.И. Генетика риса. / Д.И. Иванова, П.И. Костылев // генетика культурных растений: кукуруза, рис, просо, овес – Ленинград. - 1988. – С. 124-147.
65. Калинин, А.П. Агрономическая тетрадь. Возделывание риса по интенсивной технологии. /А.П. Калинин, Е.П. Алёшин, М.И. Чеботарёв - М.: Россельхозиздат, - 1987. - 128 с.
66. Каталог сортов селекции всероссийского научно-исследовательского института риса (справочно-методическое издание. Каталог подготовили: Н.П. Дьяченко, С.В. Жиленко, В.А. Кулик, Н.П. Иващенко, Е.В. Алексеенко, Е.М. Хоритонов, В.С. Ковалев, Г.Л. Зеленский, В.Н. Шиловский, Н.Г. Туманьян, В.В. Андрусенко, Н.Н. Малышева, Е.С. Харченко, С.Л. Похно, В.В. Караченцев, Т.Л. Коротенко. Краснодар. – 2007. - 47с.
67. Каталог сортов риса и овощебахчевых культур кубанской селекции (справочно-методическое издание). Каталог подготовили: В.А. Багиров, Е.В. Журавлева, Н.Н. Малышева, С.А. Тешева, С.В. Гаркуша, В.С. Ковалев, Л.В. Есаулова, В.Н. Шиловский, Г.Л. Зеленский, Н.В. Остапенко, Ю.К. Гончарова, А.М. Оглы, В.Э. Лазько, А.И. Грушанин, Н. Н. Бут, А.Х. Шеуджен и другие. – Краснодар: «ЭДВИ», - 2015. – 100с.

68. Керефов, К.Н. Биологические основы растениеводства. / К.Н. Керефов - М.: «Высшая школа». - 1975. - 420 с.
69. Кильчевский, А.В. Генетико-экологические основы селекции растений / А.В. Кильчевский // Экологическая генетика культурных растений. – Краснодар. – 2011. – С. 50-64.
70. Кириченко, К.С. К изменению химизма плавневых почв Кубани в связи с гибелью на них посевов риса / К.С. Кириченко // Тр. Центр. оп. рисовой станции НКЗ СССР. – Краснодар. - 1934. - Вып.4. – С. 3-28.
71. Кириченко, К.С. Почвы Краснодарского края / К.С. Кириченко – Краснодар: Край гос. издат, - 2008. – 262 с.
72. Ковалев, В.С. Значение, результаты и перспективы селекции риса на солеустойчивость / В.С. Ковалев // Труды КСХИ. Физиологические основы солеустойчивости риса и пути её повышения. Краснодар: КСХИ, - 1988. - С. 12-17.
73. Ковалев, В.С. Перспективная ресурсосберегающая технология производства риса. / В.С. Ковалев, Н.Н. Малышева [и др.] // Методические рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформ-агротех». Москва, - 2009. – 68 с.
74. Ковда, В.А. Происхождение и режим засоленных почв. / В.А. Ковда - Т. 1. (ред. Прасолов Л.И.). АН СССР. – 1946. – 575 с.
75. Конохова, В.П. Учебная книга рисовода. - 2- изд., перераб. и доп. / В.П. Конохова - М.: Агропромиздат, - 1990. - 239 с.
76. Костылев, П.И. Северный рис (генетика, селекция, технология) / П.И. Костылев, А.А. Парфенюк, В.И. Стеновой. - Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга». - 2004. - 576 с.
77. Костылев, П.И. Наследование интенсивности начального роста растений риса. / П.И. Костылев, В.В. Бредихин, Н.Н. Вожжова // Рисоводство. – Краснодар. – 2005. – Вып. 6. – С. 12 – 15.

78. Костылев, П.И. Направления и методы современной селекции риса / И.П. Костылев // Рисоводство. – Краснодар. – 2008. – Вып. 13. – С. 7 – 15.
79. Костылев, П.И. Селекция сортов на устойчивость к глубокому затоплению и полеганию / П.И. Костылев, Н.Н. Вожжова // Экологическая генетика культурных растений. – Краснодар, 2011. – С. 296-299.
80. Кочерина, Н.В. Статистический анализ генетического разнообразия, выявляемого молекулярными маркерами на уровне аллелей популяций. / Н.В. Кочерина, Ю.В. Чесноков - Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2013. - Т.32. – С. 26-32.
81. Кумаков, В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В.А.Кумаков // М.: Агропромиздат, - 1985. – 270с.
82. Кулаев, О.Н. Цитокинины. Сб. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений. / О.Н. Кулаев - М.: Агропромиздат, - 1987. - С. 80 - 133.
83. Куперман, Ф.М. Биологические основы культуры пшеницы. / Ф.М. Куперман - М., - 1950. - Т. 1 - 197 с.; 1953. - Т. 2. - 298 с.; 1956. - Т. 3. - 280 с.
84. Куперман, Ф.М. Биология развития культурных растений: Учеб. пособие для студентов биол. спец. Вузов / Куперман Ф.М., Ржанова Е.Н., Мурашев В.В. [и др.]; Под ред. Куперман Ф.М. - М.: Высшая школа, - 1982. – 343 с., ил.
85. Куркаев, В.Т. Превращение форм азота удобрений в выщелоченном черноземе / В.Т. Куркаев, Р.Ф. Бунякина. – Краснодар. - 1976. – 29 с.
86. Курсанов, А.Л. Устойчивость к аноксии тонкой организации клеток аэробно выращенных проростков риса / А.Л. Курсанов, Б.Б. Вартапетян, И.Н. Андреева [и др.] // Физиология растений – 1973. - Т.20. - № 3. – С. 564-568.

87. Курсанов, А.Л. Транспорт ассимиляторов в растении / А.Л. Курсанов. – М.: Наука, - 1976. – 646 с.
88. Курсанов, А.Л. Эндрогенная регуляция транспорта ассимилянтов и донорно-акцепторные отношения у растений /А.Л. Курсанов // Передвижение ассимилянтов в растениях и проблема сахаронакопления. – Фрунзе: Изд-во Илим, - 1986. – С. 110-113.
89. Кучеренко, В.В. Условия получения и сохранения всходов при возделывании затопляемого риса / В.В. Кучеренко // Тр. ВНИИ риса. – Краснодар: Кн. Изд-во, - 1971. – Вып. 1. – С. 123-126.
90. Кюрджиева, В. Некоторые вопросы биологии прорастания семян риса. / В. Кюрджиева - сб. н.-и. работ студентов Ставропольского СХИ. - 1956. - Вып. 4.- С. 7-10.
91. Ладатко, Н.А. Морфофизиологические особенности сортов риса, обуславливающие их устойчивость к засолению почвы, в связи с разработкой методов оценки селекционных образцов на солеустойчивость. /Н.А. Ладатко// Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Краснодар. – 2006. – 190 с.
92. Мазур, Т.Г. Эффективность способов опыления при гибридизации риса. / Т.Г. Мазур— Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1981. - вып. 27. - С. 7-10.
93. Макаров, В.В. Особенности агротехники возделывания риса в ростовской области. / В.В. Макаров, М.В. Середа - Научный журнал КубГАУ. – 2012. - №79 (05). – 125 с.
94. Матухин, Г.Р. Физиология приспособления культурных растений к засолению почвы. / Г.Р. Матухин - Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, - 1963. - 218 с.
95. Мокроносов, А.Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функций роста / А.Т. Мокроносов // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, - 1988. – С. 109-121.
96. Молчанов, В.Н. Изучение различных по скороспелости сортов

риса в условиях Сарпинской низменности / В.Н. Молчанов - Труды Волгоградского с.-х. института – 1972. - вып. 44. - С. 143-147.

97. Мосина, С.Б. Наследование признака времени выметывания у риса / С.Б. Мосина // Вопросы биол. культ, раст. и с.-х. животных. Краснодар. – 1968. - С. 100-103.

98. Натальин, Н.Б. Рисоводство / Н.Б. Натальин – М. Колос, - 1973. - 280 с.

99. Пособие рисоводу / сост. А.П. Сметанин, А.А. Парфенюк, В.И. Степовой, В.Ф. Галиченко. – зерноград.: Печатно-множительная группа ВНИПТИМСХ. - 1995. – 70 с.

100. Прыгун, М.А. Метод диагностики продуктивности по убыли массы семян при их прорастании /М.А. Прыгун // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: Методическое руководство / ВИР. – Ленинград, - 1988. – С. 214–215.

101. Пташкин, В.В. Влияние внешних условий на органогенез различных сортов риса. / В.В. Пташкин - Краснодар: ВНИИ риса. - 1968. - С. 3-8.

102. Пташкин, В.В. Влияние внешних условий на структуру урожая риса. /В.В. Пташкин - Автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. с.-х. наук. Краснодар: ВНИИ риса. - 1970. - 33 с.

103. Пташкин, В.В. Влияние внешних условий на озерненность метелок главного и бокового побегов риса / В.В. Пташкин - Тр. ВНИИ риса. - 1971. - Вып. 1. - С. 34-40.

104. Рубан, В.Я. Темпы роста проростков в фазу всходов, как показатель отбора в селекции риса. / В.Я. Рубан // Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Краснодар. – 2003. - 108с.

105. Редькин, Н.Е. Почвы Кубани и повышение их плодородия / Н.Е. Редькин, Ю.Ф. Янковский. – Краснодар. - 1976. – 24 с.

106. Рокицкий, П.Ф. Генетическая структура популяций и ее

изменения при отборе / П.Ф. Рокицкий, В.К. Савченко, А.И. Добина – Минск, 1977. – 198 с.

107. Романов, В.Б. Климат районов рисосеяния Европейской части СССР / В.Б. Романов. –1986. – Вып. 36. – 33 с.

108. Савченко, В.К. Теоретический анализ эффективности различных форм отбора / В.К. Савченко // Генетика количественных признаков с.-х. растений. – М.: Наука, 1978. – С. 141-150.

109. Сакало, В.Д. Транспорт, биосинтез и отложение в запас хозяйственно-ценных соединений у важнейших сельскохозяйственных культур / В.Д. Сакало // Физиология и биохимия культурных растений. - 1996. – Т.28. - №1-2. - С. 89-101.

110. Саутич, М. А. Построение куста у различных сортов риса / М. А. Саутич // Краткие итоги НИР за 1959-1960гг. Куб РОО МОХ РСФСР\* - Краснодар. - 1961. - С. 98-97.

111. Седловский, А.И. Наследуемость некоторых количественных признаков у риса /А.И. Седловский, Р.М. Абдуллин, О.В. Апазиди, А.И. Хван // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1980. – Вып. 28. – С. 11 – 14.

112. Серебрякова, Т.Н. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков / Т.Н. Серебрякова - М., - 1971. - 358с.

113. Скаженник, М.А. Способ оценки сортов риса на устойчивость к слою воды в период получения всходов / М.А. Скаженник // Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве и медицине. Тезисы докладов конференции. Краснодар, - 1997 а. - 4.1. - С. 1.

114. Скаженник, М.А. Методы физиологических исследований в рисоводстве / М.А. Скаженник., Н.В. Воробьев, О.А. Досеева.– Краснодар. - 2009. – 24 с.

115. Скаженник, М.А. Создание холодостойкого исходного материала для селекции риса в рамках Консорциума стран с умеренным климатом / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.А. Дзюба [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 3(27). – С. 11-15.

116. Сметанин, А.П. Ботанический журнал, том 5, отдельный оттиск. / А.П. Сметанин // Влияние температуры и освещенности на формирование метелки риса. Изд-во Академии наук СССР, Москва, Ленинград. – 1963. - С. 1133-1142.

117. Сметанин А.П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса /А.П. Сметанин, В.А.Дзюба, А.И. Апрод // . - Краснодар: Кн. Изд-во, 1972. -156 с.

118. Снигирь, Е.А. AFLP-анализ сортового полиморфизма. / Е.А. Снигирь, О.Н. Пышная, Е.З. Кочиева, Н.Н. Рыжова // Генетический полиморфизм, динамика популяций. Сельскохозяйственная биология, - 2013. - № 1. - С53- 60.

119. Сривастава, Х.К. Гетерозис и межгеномная комплементация: митохондрия, хлоропласт, ядро / Х.К. Сривастава // Гетерозис: пер. с англ./под ред. С.А.. Гостимского, В.М. Маресина. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 317-347.

120. Строганов, Б.П. Метаболизм растений в условиях засоления. / Б.П. Строганов - М.: Наука, - 1958. - 646 с.

121. Строганов, Б.П. Физиологические основы солеустойчивости растений. / Б.П. Строганов - М.: Изд-во АН СССР. - 1962. - 365 с.

122. Тараненко, В.В. Жизнеспособность и урожайность семян риса при разных способах посева и режима орошения в условиях экологически безопасной технологии. / В.В. Тараненко // Автореферат диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Краснодар. - 2003. - 24с.

123. Тур, Н. О. Причины изреживания посевов от засоления и роль кущения в формировании стеблестоя риса. / Н. О. Тур - Автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук. Ростов-на-Дону. - 1968. - 80с.

124. Тур, Н.С. Устойчивость риса к засолению / Н.С. Тур // Физиология риса. Москва. - 1981. - С. 121-148.

125. Тур, Н. С. Влияние засоления почвы на показатели фотосинтетической деятельности и урожайность сортов риса / Н. С. Тур, Зуй Тхань Дион // Сборник научных работ молодых ученых. Краснодар: КАУ. - 1993. - С. 169-180.

126. Тырышкин, Л.Г. Наличие ДНК-маркеров как критерий постуляции Лг-генов устойчивости пшеницы *Triticum aestivum* L. к листовой ржавчине *Russinia triticina* Erikss.: критический взгляд / Л.Г. Тырышкин - С.-х. биология. - 2010. - № 3. - С. 76-81.

127. Шахов, А.А. Солеустойчивость растений. / А.А. Шахов - М., Изд-во АН СССР. - 1956. - 324 с.

128. Шеуджен, А.Х. Примеры повышения полевой всхожести семян и урожайности риса / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, В.В. Аношенков. – Майкоп. - 2001. – 100с.

129. Шиловский, В.Н. Наследуемость интенсивности роста проростков у риса в фазе всходов / В.Н. Шиловский, Г.А. Сингильдин // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. - 1978. – Вып. XXV. – С. 3-5.

130. Чесноков, Ю.В. Генетические ресурсы растений и современные методы ДНК – типирования. / Ю.В. Чесноков – СПб. - 2007. – 32 с.

131. Чесноков, Ю.В. Картирование локусов количественных признаков у растений. /Ю.В. Чесноков // Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч. - исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. - Санкт-Петербург: [ВИР]. - 2009. - 99 с.

132. Чиркова, Т.В. Метаболические пути приспособления растений к гипо - и оноксии / Т.В. Чиркова // Успехи соврем. биол. – 1983. - Т. 95. – № 1. – С.44-56.

133. Alam, M.F. Genetic basis of heterosis and inbreeding depression in rice (*Oryza sativa* L.). / M.F. Alam, M.R. Khan, M. Nuruzzaman, S. Parvez, A.M. Swaraz, I. Alam, N. Ahsan // Journal of Zhejiang University - 2004.- 5 (4). - P. 406-411.

134. Ando, H. Does Wetting and Redrying the Seed before Sowing Improve Rice Germination and Emergence under Low Soil Moisture Condition. / H. Ando, T. Kobata // *Plant Production Science*. - 2000. - Vol. 3,. - No. 2. - P. 161-163.

135. Ashikari, M. Identification, isolation and pyramiding of quantitative trait loci for rice breeding. / M. Ashikari and M. Matsuoka // *Trends in Plant Science*, - 2006. - vol. 11. - no. 7. - P. 344–350.

136. Bar-Hen, A. Relationship between molecular and morphological distances in a maize inbred lines collection: Application for breeders' right protection. In *Biometrics in plant breeding: Application of molecular markers*. / A. Bar-Hen, A. Charcosset // *Proc. 9th Meeting of the Eucarpia Section Biometrics in Plant Breeding*. Wageningen, - 1994. - P. 57-66.

137. Bastawisi, A.O. Hybrid rice in Egypt / A.O. Bastawisi, H.F. Ei-Mowafi, M. I. Yousef [et al] – *Abstracts 4<sup>th</sup> International Symposium on Hybrid rice*. – 2002. – P. 23.

138. Bhide, R.K. Inheritance and correlation of constrain characters in rice crosses / R.K. Bhide // *Poona Agric. Coledge Madras*, - 1926. - № 18. - P. 76-85.

139. Blaszczyk, L. Verification of STS markers for leaf rust resistance genes of wheat by seven European laboratories / L. Blaszczyk, J. Chelkowski, V. Korzun et al. // *Cell Mol. Biol. Lett.* - 2004. - V. 9. - P. 805-817.

140. Blaszczyk, L. Validity of selected DNA markers for breeding leaf rust resistant wheat / L. Blaszczyk, I. Kramer, I. Ordon et al. // *Cereal Res. Commun.* - 2008. - V. 36. - P. 201-213.

141. Bohnert, H.J. Unraveling abiotic stress tolerance mechanisms — getting genomics going. / H.J. Bohnert, Q. Gong, P. Li, S. Ma // *Curr. Opin. Plant. Biol.*, - 2006. - 9. – P. 80-188.

142. Bouharmont, J. Cytological observations in some hybrids between the rice species *Oryza sativa* L. and *O. glaberrima* Steud. / J. Bouharmont, M. Olivier, Dumont de Chassart // *Euphytica*. – 1985. - 34. – P. 75–81.

143. Burkhamer, R.L. Prediction progeny variance from parental divergence in hard red spring wheat. / R.L. Burkhamer, S.P. Lanning, R.J. Martens, J.M. Martin, L.E. Talbert // Crop Sci., - 1998. - 38 P.

144. Burstin J. Molecular markers and protein quantities as genetic descriptors in maize. / J. Burstin, A. Charcosset, Y. Barriere, Y. Herbert, D. De Vienne, C. Damerval // II Prediction of performance of hybrids for forage traits. Plant Breeding, - 1995. - 114. – P. 427-433.

145. Caicedo, Ana. Bustamante, and Michael D. Purugganan. Genome-wide Patterns of Nucleotide Polymorphism in Domesticated Rice. / Ana Caicedo, Scott Williamson, Ryan Hernandez, Adam Boyko [et al.] // Genetics, preprint: August - 2007. – 163 P.

146. Cakir, M. Application and challenges of marker-assisted selection in the Western Australian / M. Cakir, F. Drake-Brockman, J. Ma [et al.] - Wheat Breeding Program. - 2008. - 38 P.

147. Canaran, P. Panzea: an update on new content and features / P. Canaran, E.S. Buckler, J.C. Glaubitz [et al] // Nucl. Acids Res. - 2008. - V. 36

148. Chakravarthi, B. K. and Naravaneni, R. SSR marker based DNA fingerprinting and diversity study in rice (*Oryza sativa* L.). / B. K. Chakravarthi, R. Naravaneni // African Journal of Biotechnology. - 2006. - 5(9). – P. 684-688.

149. Chandraratha, M.F. Genetic of photoperiod sensitivity in rice / M.F. Chandraratha // Journ. Of Genet., - 1955. - vol. 53. - №2. - P. 215- 223.

150. Chandraratha, M.F. Genetics and breeding of rice / M.F. Chandraratha // Mogon., New York, - 1961. - P. 1-389.

151. Chang, H. Manual on genetic conservation of rice germplasm for evaluation and utilization / H. Chang – IRRI. – 1976. – Los Banos, Philippines. – 75 p.

152. Chang, H. The genetic control of gibberellin production in rice / H. Chang – Japen. J. Genet. – 1976. Vol. 53. – P. 199-207.

153. Chang, T.T. Present knowledge of rice genetics and cytogenetic / T.T. Chang // Techn. Bul. IRRI, - 1964. - № 1. - P. 1-96.
154. Chen, X. Development of a microsatellite framework map providing genome-wide coverage in rice (*Oryza sativa* L.). / X. Chen, S. Temnykh, Y. Xu, Y.G. Cho, S. R. Mc Couch // Theoretical and Applied Genetics, - 1997. - vol. 95. - no. 4; - P. 553–567.
155. Chen, M. An integrated physical and genetic map of the rice genome. / M. Chen, G. Presting, W.B. Barbazuk // Plant Cell. – 2002. - 14. -P. 537–545.
156. Chen, J. Evolution and development of rice planting pattern. / J. Chen // J Shenyang Agric Univ, - 2003. - 34(5) – P.3 89 393.
157. Chen, L.Y. Practices and prospects of super hybrid rice breeding. / L.Y. Chen, Y.H. Xiao, W.B. Tang, D.Y. Lei // Rice Sci, - 2007. - 14 (2). – P. 71–77.
158. Cornish, P.S. Root development in seedlings of ryegrass (*Lolium perenne* L.) and phalaris (*Phalaris aquatica* L.) sown onto the soil surface. / P.S. Cornish - 1982. - 38 p.
159. Mc Couch, S. R. Report on QTL nomenclature. / S. R. Mc Couch, Y.G. Cho, M. Yano // Rice Genet News, - 1997. - 14. – P. 11–13.
160. Mc Couch, S.R. Diversifying selection in plant breeding. / S.R. Mc Couch // PLo S. Biology, - 2004. - vol. 2. - no. 10. - 347 p.
161. Mc Couch, S. R. Through the genetic bottleneck: *O. rufipogon* as a source of trait-enhancing alleles for *O. sativa*. / S. R. Mc Couch, M. Sweeney, J. Li, [et al.] // Euphytica, - 2007. - vol. 154. - no. 3. - P. 317–339.
162. Damerval, C. Divergence morphology queue ET divergence molecular: 1.Apport des margueurs proteiques. In: Les distances genetiques / C. Damerval, M. Lefort-Buson, D. De Vienne (eds.) // INRA, Paris, - 1998. – P. 3-22.
163. Davies, W.J. Root signals and the regulation of growth and

development of plants in drying soil. / W.J. Davies, J. Zhang // Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology - 1991. – 42. - P. 55–76.

164. Dillmann, C. Comparison of RFLP and morphological distances between maize *Zea mays* L. inbred lines. / C. Dillmann, A. Bar-Hen, D. Guerin, A. Charcosset, A. Murigneux // Consequences for genplasm protection purposes. Theor. Appl. Genet., - 1997. - 95. – P. 92-102.

165. Dodd, I.C. Root to shoot signaling: assessing the roles of ‘up’ in the up and down world of long-distance signaling in plant. / I.C. Dodd - Plant and Soil, - 2005. - P. 251–270.

166. Droc, G. Ory Genes DB: a database for rice reverse genetics database issue / G. Droc, M. Ruiz, P. Larmande [et al] // Nucleic Acids Research, - 2006. - vol. 34. - P. 736–740,

167. Dudley, J.W. Molecular markers in plant improvement: Manipulation of genes affecting quantitative traits. / J.W. Dudley // Crop Sci., - 1993. - P. 660-668.

168. Eathington, S.R. Molecular markers in a commercial breeding program / S.R. Eathington, T.M. Crosby, M.D. Edwards [et al] // Crop Sci. – 2007. - V.47. - P. 154—163.

169. van Enckevort, L.J. EUOSTID: a collection of transposing insertional mutants for functional genomics in rice / L. J. van Enckevort, G. Droc, P. Piffanelli [et al] // Plant Molecular Biology, - 2005. - vol. 59. - no. 1. - P. 99–110.

170. Enings, P.R. Comparative F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub> fertility I partially sterile rice hybrids. / P.R. Enings // Crop Sci., - 1966. - №6. - P. 316-318.

171. Evans, L.T. Raising the ceiling to yield: the key role of synergisms between agronomy and plant breeding. / L.T. Evans // New frontiers in rice research. – Hyderabad (India), - 1990. – P.13-17.

172. FAO Production year book, 2010 (<http://faostat.fao.org/>).

173. <http://www.zol.ru/review/show.php?data=122515>.

174. <http://www.riadagestan.ru>

175. [www.gramene.org](http://www.gramene.org).
176. <http://www.zrpress.ru>
177. Feltus, F. A. An SNP resource for rice genetics and breeding based on subspecies indica and japonica genome alignments / F. A. Feltus, J. Wan, S. R. Schulze, J. C. Estill, N. Jiang, A. H. Paterson // *Genome Research*, - 2004. - vol. 14. - no. 9. - P. 1812–1819.
178. Francia, E. Marker assisted selection in crop plants. / E. Francia, G. Tacconi, C. Crosatti, D. Barabaschi [et al] // *Plant Cell Tissue Organ Cult.* – 2005. - P. 317-342.
179. Fraser, T.E. Effects of low water potential on cortical cell length in growing regions of maize roots. / T.E. Fraser, Silk Kuhn [et al] // *Plant Physiology*, - 1990. – 93. - P. 648–651.
180. Fred, T.T. Morphological development of rice seedling in water at controlled oxygen levels. / T.T. Fred [et al] *Agron J.*, - 1981.- P. 556–560.
181. Fu, J. Relationship of leaf photosynthetic characteristics and root physiological traits with grain yield in super rice. / J. Fu, L. Chen, Z.H. Huang, Z.Q. Wang, J.C. Yang - *Acta Agron Sinica*, - 2012. - 38 (7). – P. 1264-1276.
182. Fukuoka, S. Loss of function of a praline-containing protein confers durable disease resistance in rice. / S. Fukuoka [et al] - *Science*. – 2009. - P. 998–1001.
183. Ganashan, P. Genetic analysis of the response to day length in rice / P. Ganashan, W.J. Whittington - *Euphytica*, - 1976. - vol. 25. - № 1. - P. 107-115.
184. Gal1ais, A. Theories de la Selection en Amelioration des Plants. / A. Gal1ais - Masson ed., - 1990. - 38 p.
185. Goff, S.A. “A draft sequence of the rice genome (*Oryza sativa* L. ssp. japonica).” / S. A. Goff [et al] - *Science*, - 2002.- P. 92–100.
186. Gupta, P.K. Marker-assisted wheat breeding: present status and future possibilities / P.K. Gupta, P. Langridge, R.R. Mir - *Mol. Breed.* - 2010. -

V. 26. - P. 145-161.

187. Hegde, B.A. Pattern of photosynthesis in a saline indica var. of rice Kalarata / B.A. Hegde, G.V. Joshi // Proceedings of the symposium on use of radiation and radioisotopes in studies of plant productivity. Pantnagar (India), - 1974. – P. 357-358.

188. Hirochika, H. Rice mutant resources for gene discovery / H. Hirochika, E. Guiderdoni, G. Ant [et al] // Plant Molecular Biology, - 2004.- vol. 54. - no. 3. - P. 325–334.

189. Hirochika, H. Rice mutant resources for gene discovery. / H. Hirochika, E. Guiderdoni [et al] // Plant Mol. Biol., - 2004. - P. 325-334.

190. Hoshikawa, K. The growing rice plant an anatomical monograph. / K. Hoshikawa - Nobunryo, Tokyo. – 1989. – 310 p.

191. Hou, M.Y. Quantitative trait loci and epistatic analysis for seed anoxia germ inability in rice (*Oryza sativa*). / M.Y. Hou, L. Jiang, C.M. Wang, J.M. Wan // Chin J Rice Sci. - 2004. - 18(6). – P. 483–488.

192. Hu, C.H. Evaluation of breeding semigwarf rice by induced mutation and hybridization / C.H. Hu – Euphytica. – 1973. – Vol. 22. – P. 562-574.

193. Jackson, M.B. Are plant hormones involved in root to shoot communication Advances in Botanical Research / M.B. Jackson – 1993. – 19. – P. 103–187.

194. Jackson, M.B. Long-distance signaling from roots to shoots assessed: the flooding story. / M.B. Jackson // Journal of Experimental Botany. – 2002. – 53. – P. 175–181.

195. Jing, D.D. The comparison between rice direct sowing and transplanting and the strategy of breeding varieties in rice. / D.D. Jing, T.P. Diao, I.F. Qian, S.L. Sheng, T.Z. Lin, C.M. Hi [et al] // Acta Agric Jiangx. - 2008. - 20(7). – P. 17-20.

196. Jones, J.W. Hybrid vigor in rice. / J.W. Jones //Journal of the

American Society of Agronomy. – 1926. – 18. – P. 423-428.

197. Jones, M.P. Interspecific *Oryza sativa* L. × *O. glaberrima* Steud. / M.P. Jones, M. Dingkuhn, G.K. Aluko, M. Semon // Progenies in upland rice improvement. *Euphytica*. – 1997. - 94. – P. 237–246.

198. Kabaki, N. Growth and yield of japonica-indica hybrid rice / N. Kabaki - Japen. Agric. Res. Q. – 1993. – Vol.27. – P. 88-94.

199. Karp, A. Molecular tools in pine genetic resources conservation: a guide to the technologies. / A. Karp, S. Kresovich, K.V. Bhat, W.G. Ayad, T. Hodgkin - IPGRI Technical Bulletin. - 1997. - № 2. – P. 122-125.

200. Khan, P.A. Effect of dark period of various length on ear development in *Oriza sativa* L. / P.A. Khan - Sci. and Cult. – 1976. - VOL.42. - №6. - P. 332-333.

201. Khush, G.S. Strategies for increasing the yield potential of rice. / G.S. Khush // Redesigning rice photosynthesis to increase yield. – 2000. – P. 207-212.

202. Kamijima, O. Characteristics and classification of the so-called draft rice / O. Kamijima // Relationships of coleoptiles length, of second leaf sheath and grain size with the 1 of some mature organs. Sci. Rept. Fac. Fgri. Kobe Univ. – 1975. – Vol. 11. – P. 231-238.

203. Kisha, T.J. Relationship between genetic distance among parents and genetic variance in populations of soybean. / T.J. Kisha, C.H. Sneller B.W. Diers // Crop Sci. – 1997. - 37. – P. 1317-1325.

204. Kordan, H.A. Patterns of shoot and root growth in rice seed – Lings germinating under / H. A. Kordan// J. Appl. Ecol. - 1974. – V.11. - № 2. – P. 685-690.

205. Laner, S.V. Canopy light and tiller mortality in spring barley / S.V. Laner, S.R. Simmons// Crop. Sci. – 1989. – V. 29 - № 2. – P. 420-424.

206. Leung H. Rice functional genomics: larges cale gene discovery and applications to crop improvement. / H. Leung, G. L. An // Advances in Agronomy. – 2004. - vol. 82. - P. 55–111.

207. Li, Y.B. Dynamic analyses of rice blast resistance for the assessment of genetic and environmental effects. / Y.B. Li, C. Wu, G.H. Jiang, L.Q. Wang, Y.Q. - He Plant Breed. – 2007. – 126. – P. 541–547.

208. Li, Y. Novel and favorable QTL allele clusters for end-use quality revealed by introgression lines derived from synthetic wheat / Y. Li, R. Zhou, J. Wang [et al] - Mol. Breed. - 2012. - V. 29. - P. 627-643.

209. Liu, B. Candidate defense genes as predictors of quantitative blast resistance in rice. / B. Liu, S.H. Zhang, X.Y. Zhu [et al] - Mol Plant-Microbe Interact. – 2004. – 17. – P. 1146–1152.

210. Liu, J. Recent progress and understanding of the molecular mechanisms of the rice Magnaporthe Oryza interaction. / J. Liu, X. Wang, T. Mitchell [et al] - Mol. Plant Pathol. – 2010. – 11. – P. 419–427.

211. Mackill, D.J., Coffman W.R., Rutger J.N. Pollen shedding and combining ability for high temperature tolerance in rice / D.J. Mackill, W.R. Coffman, J.N. Rutger - Crop Sci. - 1982. - № 22. – P. 126.

212. Manjarrez-Sandoval, P. RFLP genetic similarity and coefficient of percentage as genetic variance predictors for soybean yield. / P. Manjarrez-Sandoval, E.J. Carter, D.M. Webb, J.W. Burton - Crop Sci. – 1997. – 37. – P. 698-703.

213. Melchinger, A.E. Diversity and relationships among U.S. maize inbreds revealed by restriction fragment length polymorphisms. / A.E. Melchinger, M.M. Mesmer, M. Lee [et al] - Crop Sci. – 1991. – 31. – P. 669-678.

214. Meitzel Tobias. Molecular physiology and genetics of seed heterosis in the «*Vicia faba L.*» / T. Meitzel, R. Radchuk, L. Wolfgang, W. Hans// International Conference on heterosis in Plant: Genetic and molecular causes and optimal exploitation in breeding. – 2009. – P.167.

215. Munné-Bosch, S. Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. / S. Munné-Bosch, L. Alegre - Functional Plant Biology. - 2004. – 31. – P. 203–216.

216. Ni, J., Colowit, P. M. and Mackill, D. J. Evaluation of genetic diversity in rice subspecies using microsatellite markers. / *Crop Science*. - 2002. - 42. - P. 601-607.
217. Pardey, P.G. A strategic look at global wheat production, productivity and R&D developments / P.G. Pardey, J. Czech - *Genet. Plant Breed.* - 2011. - V. 47. - P. 9-19.
218. Passioura, J.B. and Gardner A. Control of leaf expansion in wheat seedlings growing in drying soil. / J.B. Passioura, A. Gardner - *Australian Journal of Plant Physiology*. - 1990. - 17. - P.149-157.
219. Pham, J.L. Abnormal segregations in crosses between two cultivated rice species. / J.L. Pham, I.B. Bougero - *Heredity*. - 1993. - 70. - P. 466-471.
220. Pham, J.L. Variation in fertility and morphological traits in progenies of crosses between the two cultivated rice species. / J.L. Pham, I.B. Bougero - *Heredities*. - 1996. - 124. - P. 179-183.
221. Ragunathanchari, P. RAPD analysis of genetic variability in Indian scented rice genplasm *Oryza sativa* L. / P. Ragunathanchari, V. K. Khanna, U. S. Singh, N. K. - *Singh Current Sciences*. - 1999. - 79. - P. 994-998.
222. Ravi, M. Molecular marker based genetic diversity analysis in rice (*Oryza sativa* L.) using RAPD and SSR markers. / M. Ravi, S. Geethanjali, F. Sameeyafarheen, M. Maheswaran - *Euphytica*. - 2003. - 133. - P. 243- 252.
223. Sano, Y. Genetic studies of speciation in cultivated rice. / Y. Sano, Y.E. Chu, H.I. Oka // Character variations in backcross derivatives between *Oryza sativa* and *O. glaberrima*: M-V linkage and key characters. *Japanese Journal of Genetics*. - 1980. - 55. - P. 19-39.
224. Satake T. High temperature- induced sterility in Indica rice in the flowering stage / T. Satake, S. Yoshida - *Japan Jour. Crop Sci.* - 1978. - № 47.- P. 26-42.
225. Serfling, A. Diagnostic value of molecular markers for Lr genes and characterization of leaf rust resistance of German winter wheat cultivars with

regard to the stability of vertical resistance / A. Serfling, I. Kramer, V. Lind [et al] - Eur. J. Plant Pathol. - 2011. - V. 130. - P. 559-575.

226. Setter, E.S. Relationship between coleoptiles elongation and alcoholic fermentation in rice exposed to anoxia: 11. Cultivar differences. / E.S. Setter, F.S. Ella, A.P. Valdez - Ann Bot. - 1994. - 74. - P. 273- 279.

227. Schenk, H.J. Rooting depths, lateral root spreads and below-ground above-ground allometries of plants in water-limited ecosystems. / H.J. Schenk, R.B. Jackson - Journal of Ecology. - 2002. - 90. - P. 480-494.

228. Spooner, D. Molecular marker for gene bank regiment. / D. Spooner, R. Van Treuren, M.C. De Vicente -IPGR1 Technical Bulletin. - 2005. - № 10. - 256 p.

229. Takahashi, A. Unique features of the rice blast resistance Pith locus revealed by large scale retro transposing-tagging. / A. Takahashi, N. Hayashi, A. Miyao, H. Hirochika - BMC Plant Biol. - 2010. - 10. -175 p.

230. Takane, M. Tokyo, Chlorophyll mutation. / M. Takane, F. Yuzo, K. Fumio, Y. Hikoyuki // Science of the rice plant. Genetics. Red. Japan. - 1997. - Vol. 13. - P. - 650-660.

231. Tan, L. Development of *Oryza rufipogon* and *O. sativa* introgression lines and assessment for yield-related quantitative trait loci. / L. Tan, F. Liu, W. Xue [et al] - Journal of Integrative Plant Biology. - 2007. - vol. 49. - no. 6. - P. 871-884.

232. Tanksley, S.D. Seeds banks and molecular maps: unlocking genetic potential from the wild. / S.D. Tanksley, S.R. Mc-Couch - Science. - 1997. - 277. - P. 1063-1066.

233. Taylor, D. Effects of oxygen on respiration fermentation and grows in wheat and rice / D. Taylor - Science. - 1942. - V.95. - № 245. - P. 129-130.

234. Tester, M. Breeding technologies to increase crop production in a changing world / M. Tester, P. Langridge - Science. - 2010. - V. 237. - P. 818-822.

235. Torrey, J.G. Root hormones and plant growth. / J.G. Torrey // Annual Review of Plant Physiology. - 1976. – 27. – P. 435–459.
236. Troughton, A. Production of root axes and leaf elongation in perennial ryegrass in relation to dryness of the upper soil layer. / A. Troughton - Journal of Agricultural Science, Cambridge. - 1980. – 95. –P. 533–538.
237. Tumbilen, Y. Genetic diversity in Turkish eggplant (*Solanum melongena*) varieties as determined by morphological and molecular analyses. / Y. Tumbilen, A. Frary, S. Mutlu, S. Doganlar - Int. Res. J. Biotechnology. – 2011. - 2(1). – P. 16-25.
238. Varshney, R.K. Genomics-assisted breeding for crop improvement / R.K. Varshney, A. Graner, M.E. Sorrels - Trends Plant Sci. - 2005. - V. 10. - P. 621-630.
239. Wang, F. Genetic diversity of the selected 64 potato germless revealed by AFLP markers. / F. Wang, F. Li, J. Wang, Y. Zhou, H. S u n - Mol. Plant Breed. – 2011. - 12(4). – P. 22-29.
240. Wang, Y. Genetic variation of seed vigor and tolerance to anoxia among rice (*Oryza sativa L.*) accessions in Tai lake region. / Y. Wang, Y.Y. Wang, D.L. Hong - J Nanjing Agric Univ. - 2009. - 32(3). – 17 P.
241. Wang, Y. QTL Analysis of Anoxic Tolerance at Seedling Stage in Rice. / Y. Wang, Y. Guo, De-lin Hong - Rice Science, - 2010. - 17(3). – 157 p.
242. Wang, X. Characterization of Pita blast resistance gene in an international rice core collection. / X. Wang, R.G. Fjellstrom, Y. Jia [et al] - Plant Breed. – 2010. – 129. – P. 491–501.
243. William, H.M. Wheat breeding assisted by markers: CIMMYT's experience / H.M. William, R. Trethowan, E.M. Crosby-Galvan - Euphytica. - 2007. - V. 157. - P. 307-319.
244. Wing, R.A. The *Oryza* map alignment project: the golden path to unlocking the genetic potential of wild rice species. / R.A. Wing, J.S. Ammiraju, M. Luo [et al] - Plant Molecular Biology. - 2005. - vol. 59. - no. 1. - P. 53–62.

245. Wu, W.G. The current status and progresses of the research on direct seeding rice. / W.G. Wu, Y. Chen, Y.F. Qian, X.J. Wang, Y.M. Wu - Rev China Agric Sci & Techno. - 2006. - 8(4). – P. 32–36.
246. Xu, Y. Whole-genome strategies for marker-assisted plant breeding. / Y. Xu, Y. Lu, C. Xie [et al] - Mol. Breed. - 2012. - V. 29. - P. 833-854.
247. Yabuno, T. Genetic studies on the interspecific cytoplasm substitution lines of japonica varieties of *Oryza sativa* L. and *O. glaberrima* Stued. / T. Yabuno - Euphytica. – 1977. – 26. – P. 451–463.
248. Yamauchi, M. Rice (*Oryza sativa* L.) genplasm suitable for direct sowing under flooded soil surface. / M. Yamauchi, A.M. Aguilar, D.A. Vaughan, D.V. Seshu – Euphytica. - 1993. – 67. – P. 177–184.
249. Yamauchi, M. Rice cultivar difference in seedling establishment in flooded soil. / M. Yamauchi, J.K. Biswas - Plant & Soil. - 1997. – 189. – P. 145–153.
250. Yang, J. Zhu Characteristics and physiology of grain filling in japonica/indica hybrid rice / J. Yang, S. Peng, Z. Wang, Q. Zhu - Abstracts 4<sup>th</sup> International Symposium on Hybrid rice. – 2002. – P. 132.
251. Yang, J.Y. Race specificity of major rice blast resistance genes to *Magnaporthe grisea* isolates collected from indica rice in Guangdong. / J.Y. Yang, S. Chen, L.X. Zeng, [et al] - Rice Sci. – 2008. – 15. – P. 311–318.
252. Yoshida, S. Effects of mineral nutrition on tillering of rice / S. Yoshida, Y. Hayakawa // Soil Ski. And Plant Nutr. – 1970. – V. 16. - № 5. – P. 186-191.
253. Zeiitch, I. The close relationship between net photosynthesis and crop yield. / I. Zeiitch - Biology Science. - 1982. – Vol. 32 – P. 796-802.
254. Zhang, J. Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses. / J. Zhang, W. Jia, J. Yang, A.M. Ismail - Field Crops Res. – 2006. – 97. – P. 111-119.

# **ПРИЛОЖЕНИЕ**

Приложение 1 - Характеристика российских сортов.

Сорт	Страна происхождения	Период вегетации, дней*	Высота растений, см	Количество колосков на метелке, шт	Масса 1000 зерен, г	Устойчивость к полеганию	Форма зерновки	Выход крупы, %	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Аметист	Россия	117-120	105-115	60-100	32-33	Устойчив	Удлиненная	68-69	Метелка слабоизогнутая, повышенное содержание амилозы, проростки медленно растут на начальных этапах развития
Анаит	Россия	100-106	95-105	70-120	28-31	Устойчив	Удлиненная крупная	64-67	Раннеспелый, метелка наклонная средне развесистая, средне устойчив к пирикулярриозу, с высокими темпами роста в период всходов
Атлант	Россия	116-118	95-110	190-250	28-29	Высоко - устойчив	Округлая	71	Метелка компактная, слегка поникает; высокие темпы роста в период получения всходов, устойчив к пирикулярриозу, не осыпается
Боярин	Россия	115	88-102	119	27,5	Высоко - устойчив	Удлиненное	70,2	Среднеспелый, компактный куст, метелка наклонена, безостый

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Визит	Россия	117-118	79-85	140-170	27-28	Устойчив	Короткая	71-72	Метелка плотная, относительно устойчив к пониженным температурам при прорастании зерна, средне устойчив к засолению
Виола	Россия	116-120	80-85	До 125	28-29	Устойчив	Округлая	66-68	Глютинозный сорт, метелка компактная, высоко устойчив к пирикулярриозу, не осыпается
Виолета	Россия	120-122	80-85	120-125	28-29	Устойчив	Округлая	68-69	Глютинозный, растения с короткими остями фиолетового цвета, с фиолетовой окраской цветковых чешуй и жилок стебля
Гагат	Россия	120-123	80-90	До 150	26-27	Устойчив	Длиннозерный	76-77	Метелки, узлы стебля, рыльца, а также зерновки имеют фиолетовую-черную (антоциановую) окраску
Гамма	Россия	110-118	85-90	155-160	28-29	Устойчив	Округлое	70-71,5	Метелка компактная, вертикальная, при созревании слегка наклонная; интенсивный рост в период получения всходов, не поражается пирикулярриозом

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Гарант	Россия	115-118	90-100	До 170	27-28	Высоко - устойчив	Средней крупности	69-70	Метелка компактная, слегка наклонена, среднеустойчив к рисовой листовой нематоде.
Дальневосточный	Россия	65-97	94,1	69,4	30,4	Средне - устойчив	Округлое	65-69,5	-
Диамант	Россия	114-117	82-90	120-120	28-29	Высоко - устойчив	Округлое	69-70	Для консервной и кондитерской промышленности, среднеустойчив к пирикулярриозу.
Дружный	Россия	120-125	95-100	100-140	27-29	Устойчив	Слабо удлиненное	69-70	Среднеустойчив к пирикулярриозу, отличается повышенной солеустойчивостью.
Жемчуг	Россия	102	93	87,2	24,7	Средне - устойчив	Удлиненное	66,3	-
Ивушка	Россия	121	95	130	26,5	Средне - устойчив	Удлиненное	62,5	-
Касун	Россия	100	78	-	23,8	Средне - устойчив	удлиненное	71,1	-
Кендзо	Россия	101	76-87	33-41	28,3	Средне - устойчив	Округлое	66,7	-
Крепыш	Россия	122-123	90-105	100-110	32-35	Устойчив	Крупнозерный	71-73,3	Среднеустойчив к пирикулярриозу, сорт дает дружные всходы.
Кумир	Россия	117-119	80-85	150-200	28-29	Устойчив	Полу-удлиненное	69,2-70	Сорт дает дружные всходы, хорошо кустится, более устойчив к пирикулярриозу.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кураж	Россия	118-123	90-100	90-110	29-31	Устойчив	Крупное	69-70	Среднеустойчив к засолению и пирикулярриозу
Курчанка	Россия	118-120	95-100	120-140	32-33	Высоко - устойчив	Крупное	69-71	Среднеустойчив к нематоде и пирикулярриозу, высокоустойчив к осыпанию
Лидер	Россия	120-125	90-95	120-140	30-31	Устойчив	Полу округлое	69-70	Повышенная устойчивость к пирикулярриозу и рисовой листовой нематоде.
Лиман	Россия	115-117	80-90	110-125	28-30	Устойчив	Крупное	70-72	Среднеустойчив к пирикулярриозу, легко вымолачивается.
Мавр	Россия	118-120	70-80	150-170	24-25	Устойчив	Удлиненная	69-70	Устойчив к пирикулярриозу при искусственном заражении, медленно растут на начальных этапах развития, не устойчив к затоплению.
Нарцисс	Россия	95	84,5	97	31	Средне - устойчив	Удлиненная	66,3	-
Новатор	Россия	100-105	85-90	120-135	29-31	Высоко - устойчив	Удлиненное	70-72	Среднеустойчив к засолению почвы, хорошо преодолевает слой воды в фазу всходов.
Олимп	Россия	120-122	85-90	155-175	28-29	Устойчив	Полу-округлое	72,3	Среднеустойчив к засолению, хорошо преодолевает слой воды в фазу всходов.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Павловский	Россия	108	81,2	80	32,7	Высоко-устойчив	Удлиненное	71,4	-
Победа 65	Россия	107-110	80-88	90-120	24-26	Устойчив	Округлая	70-74	Устойчив к холоду в период прорастания, средние темпы роста в начальный период
Привольный 4	Россия	118-120	85-90	120-150	38	Устойчив	Крупнозерный	72-73	Отличается низкой скоростью прорастания семян и темпами роста в начальные фазы развития
Приморский	Россия	100	86	90	29	Средне - устойчив	Удлиненное	67,9	-
Рапан St	Россия	115-117	85-95	160-175	28-29	Устойчив	Крупнозерный	69-71	Отличается низкой скоростью прорастания семян и темпами роста в начальные фазы развития
Регул	Россия	116-120	90-95	95-110	32-34	Устойчив	Удлиненная	68-69	Отличается высокими темпами первоначального роста, достаточно хорошо преодолевают слой воды в период получения всходов, среднеустойчив к засолению почвы.
Рубин	Россия	115-118	80-90	190-200	24-27	Устойчив	Удлиненная	79-81	Краснозерный, среднеустойчив к пирикулярриозу, обладает высокой полевой всхожестью семян и продуктивной кустистостью.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Рыжик	Россия	118-120	70-80	До 200	27,5	Очень устойчив	Короткозерный	81,4	Краснозерный, среднеустойчив к пирикулярриозу, обладает высокой полевой всхожестью семян и продуктивной кустистостью, отличается низкой скоростью прорастания семян и темпами роста в начальные фазы развития.
Серпантин	Россия	100-105	70-80	160-190	29-30	Устойчив	Удлиненное	65-67	Проростки обладают высокими темпами роста в первоначальный период.
Снежинка St	Россия	120-122	90-95	115-125	28-29	Высоко - устойчив	«игольчатого типа»	64-65	Высоко устойчив к пирикулярриозу, с высокой энергией прорастания семян и их полевая всхожесть при «мягком» водном режиме.
Сонет	Россия	109-115	80-85	180-190	24-29	Практически не полегает	Полу - удлиненная	72-73	Среднеустойчив к пирикулярриозу, устойчив к холоду
Спринт	Россия	90-100	90-95	130	31-32	Полегает	Средней крупности	72-74	Отличается быстрым ростом в начале вегетации
Фаворит	Россия	110-115	90-100	80-100	34-35	Устойчив	Удлиненная	69-70	Метелка немного наклонная, куст компактный, устойчив к пирикулярриозу

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Факел	Россия	118	90,2	162	30	Высоко - устойчив	Округлое	69,1	-
Флагман St	Россия	115-120	85-90	150	28-29	Высоко - устойчив	Средней крупности	70-71	Растения интенсивно растут в начальный период онтогенеза, легко преодолевая слой воды в фазу всходов, обладает повышенной склонностью к кущению, отзывчив на удобрения.
Фонтан	Россия	98-100	105-110	120-135	30-31	Устойчив	Удлиненное	69-71	Хорошо преодолевает слой воды в начальный период онтогенеза.
Хазар	Россия	116-120	90-95	160-175	28-29	Устойчив	Округлое	68-72	Недостаточно высокие темпы роста растений на начальных этапах развития, необходимо производить посев с мелкой (0,5-0,7 см) глубиной заделки семян и применять укороченный режим затопления в период получения всходов.
Ханкайский 52	Россия	105	93	89	29,6	Средне - устойчив	Округлое	72	-
Шарм	Россия	100-105	78-85	90-120	29-31	Устойчив	Тонкая, длинная	65-67	Цветковые чешуи опушенные, обладает сильными темпами роста в начальный период, имеет повышенную полевую всхожесть семян.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Южная ночь	Россия	128-130	85-90	60-80	27-28	Высоко - устойчив	Короткая, округлая	70-71	Формирует очень плотные густые посевы, как за счет отличной полевой всхожести, так и за счет способности к высокому продуктивному кущению. С окрашенным перикарпом.
Южный	Россия	116-122	90-95	150-170	28-29	Устойчив, при загущении и перекорме азотом растения склонны к полеганию	Полу-округлая	69-70	Обладает интенсивным ростом в период получения всходов, поэтому легко преодолевают слой воды
Юпитер	Россия	120	93	125	26	Высоко - устойчив	Округлая	70,2	-
Янтарь	Россия	114-117	90-95	100-120	32-33	Полегает при внесении повышенной дозы азотного удобрения	Крупная удлиненная	67-69	Проростки сорта в фазе всходов хорошо преодолевают слой воды.

\*1 цифра – до цветения

2 – полная спелость

## Приложение 2 - Характеристика итальянских сортов

Сорт	Происхождение	Период вегетации, дней*	Высота растения, см	Масса 1000 зерен, г
Antares	Италия	84 – 124	92-120	28,0
Apollo	Италия	80 – 120	80-100	26,0
Arboio	Италия	91 – 133	93-113	31,9
Arsenal	Италия	79 – 112	82-110	24,3
Baldo	Италия	89 – 130	83-120	28,9
Carnise	Италия	82 – 129	89-134	31,3
Centauro	Италия	78 – 128	74-107	26,8
Cerere	Италия	79 – 119	69-83	24,1
Crlb-1	Италия	73 – 114	79-100	23,8
Gala	Италия	80 – 126	89-105	29,5
Gallileo	Италия	76 – 116	77-104	31,2
Meve	Италия	80 - 129	80-114	27,9
Musa	Италия	77 – 119	86-110	24,6
Oceano	Италия	83 – 113	79-104	27,9
Osmanchik	Турция	86 - 125	84-120	32,6
Onice	Италия	74 – 114	76-95	29,1
Orione	Италия	86 – 123	84-123	29,1
Saintandre	Италия	78 – 119	108-136	31,2
Selenium	Италия	76 – 121	93-116	23,3
Thimbonnet	Турция	82 - 129	78-98	26,0
Urano	Италия	80 – 120	91-121	25,8
Vulkano	Италия	88 - 118	93-130	31,9

\*1 цифра – до цветения

2 – полная спелость

Приложение 3 - Характеристика сортообразцов филиппинской и китайской селекции

Сорт	Происхождение	Количество дней до цветения, дней	Высота растения, см	Масса 1000 зерен, г
HHZ 10-DT7-Y1	Филиппины	130	87-95	23-25
HHZ 10-SAL3-LI1-LI1	Филиппины	130	90-95	21-23
HHZ 11-DT 10-SAL1-SUB1	Филиппины	125	95-96	22-24
HHZ 11-Y6-Y2-SUB1	Филиппины	118	90-92	20-26
HHZ 12-Y4-DT1-Y2	Филиппины	105	87-90	21-27
HHZ 12-Y4-DT1-Y3	Филиппины	130	88-102	23-24
HHZ 12-Y4-Y1-DT1	Филиппины	122	87-100	23-26
HHZ 14-DT 12-LI1-LI1	Филиппины	117	84-93	22-28
HHZ 14-SAL 10-DT1-DT1	Филиппины	120	83-95	21-25
HHZ 14 SAL 13-LI2-DT1	Филиппины	118	90-92	20-23
HHZ 14-Y7-Y1-DT2	Филиппины	120	93-94	22-28
HHZ 15-DT4-DT1-Y1	Филиппины	105	87-95	22-24
HHZ 15-DT7-SAL4-SAL1	Филиппины	122	87-97	22-26
HHZ 17-DT6-Y1-DT1	Филиппины	115	87-99	21-25
HHZ 17-Y16-Y3-SAL3	Филиппины	128	87-100	22-24
HHZ 17-Y16-Y3-Y1	Филиппины	115	86-91	21-23
HHZ 17-Y16-Y3-Y2	Филиппины	123	82-95	20-22
HHZ 5-DT9-Y1-Y1	Филиппины	119	90-92	21-25
HHZ 2-Y3-Y21-Y1	Филиппины	123	96-98	21-22
HHZ 3-DT5-Y1-Y1	Филиппины	120	92-93	23-26
HHZ 5 DT 8-DT 1-Y1	Филиппины	125	84-91	25-26
HHZ 5-DT20-DT3-Y2	Филиппины	117	85-86	20-22
HHZ 5 -SAL 10-DT 1-DT 1	Филиппины	120	88-91	24-26
HHZ 5-SAL 14-SAL2-Y1	Филиппины	118	85-90	23-25
HHZ 6-SAL 16-LI1-LI1	Филиппины	120	88-90	20-24
HHZ 8-DT 10-SAL3-SUB1	Филиппины	122	88-96	23-26
HHZ 9-SAL9-Y3-SUB 1	Филиппины	123	92-113	21-23
HUA 564	Китай	118	96-100	20-22
HUA 565	Китай	118	100-103	20-21
IR 84678-25-5-B	Филиппины	105	85-88	23-26
TME80518	Китай	130	84-103	25-27
ZHONGHUA 1	Китай	122	85-90	21-24
IRRI 119	Филиппины	105	104-131	22-24
IR 64	Филиппины	122	83-88	20-23
IRRI 123	Филиппины	115	81-82	23-24

Приложение 4 – Характеристика российских сортов риса по длине зародышевого корешка, 2013-2015гг.

Сорт	Длина корешка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия	Стандартная ошибка	Максимальное значение	Доверительный интервал	
					- 95,000 %	+ 95,000 %
1	2	3	4	5	6	7
Аметист	3,21	3,85	0,25	7,20	2,70	3,72
Анаит	2,89	5,18	0,29	7,20	2,30	3,48
Атлант	3,41	5,06	0,29	8,30	2,83	3,99
Боярин	5,62	2,45	0,20	9,00	5,21	6,02
Визит	2,58	5,47	0,30	7,20	1,97	3,18
Виола	2,82	2,71	0,21	5,40	2,39	3,25
Виолета	1,97	2,40	0,20	7,20	1,57	2,37
Гагат	2,70	5,32	0,30	10,10	2,11	3,30
Гамма	2,67	4,22	0,27	7,20	2,14	3,20
Гарант	4,21	5,76	0,31	10,20	3,59	4,83
Дальневосточный	3,87	3,71	0,25	7,90	3,37	4,36
Диамант	3,28	3,35	0,24	7,20	2,80	3,75
Дружный	2,89	2,76	0,21	7,80	2,46	3,32
Жемчуг	4,45	5,12	0,29	9,00	3,86	5,03
Ивушка	3,31	6,92	0,34	8,10	2,63	3,99
Касун	3,09	3,99	0,26	7,20	2,57	3,60
Кендзо	3,96	5,17	0,29	10,70	3,37	4,55
Крепыш	3,77	3,67	0,25	8,40	3,27	4,26
Кумир	3,59	5,84	0,31	7,70	2,96	4,21
Кураж	3,59	4,80	0,28	8,50	3,03	4,16
Курчанка	3,88	6,94	0,34	8,40	3,19	4,56
Лидер	3,69	5,52	0,30	7,80	3,08	4,29
Лиман	2,80	4,30	0,27	8,10	2,26	3,33
Мавр	2,40	2,39	0,20	5,10	2,00	2,80

Приложение 4

1	2	3	4	5	6	7
Нарцисс	2,84	2,70	0,21	7,10	2,42	3,26
Новатор	4,35	2,44	0,20	8,00	3,94	4,75
Олимп	3,59	4,75	0,28	8,10	3,03	4,15
Павловский	3,05	3,89	0,25	7,40	2,54	3,56
Победа 65	3,28	4,04	0,26	7,20	2,76	3,80
Привольный 4	2,84	4,77	0,28	7,80	2,27	3,40
Приморский	2,52	4,17	0,26	7,40	1,99	3,04
Рапан St	3,33	5,38	0,30	8,90	2,73	3,93
Регул	2,66	1,57	0,16	7,00	2,33	2,98
Рубин	2,43	1,66	0,17	5,50	2,10	2,76
Рыжик	3,27	3,98	0,26	8,10	2,76	3,79
Серпантин	3,30	4,42	0,27	7,30	2,75	3,84
Снежинка St	2,71	2,07	0,19	6,40	2,34	3,08
Сонет	3,11	3,72	0,25	7,40	2,61	3,61
Спринт	4,15	1,97	0,18	7,00	3,78	4,51
Фаворит	3,36	3,76	0,25	7,40	2,85	3,86
Факел	2,06	1,62	0,16	4,70	1,73	2,38
Флагман St	3,83	3,71	0,25	8,40	3,34	4,33
Фонтан	1,87	2,02	0,18	5,30	1,50	2,24
Хазар	3,63	3,78	0,25	7,20	3,12	4,13
Ханкайский 52	3,12	3,33	0,24	7,20	2,65	3,59
Шарм	4,04	3,57	0,24	7,40	3,55	4,52
Южная ночь	2,22	6,11	0,32	7,90	1,58	2,86
Южный	2,75	2,75	0,21	7,10	2,33	3,18
Юпитер	5,06	3,76	0,25	9,50	4,56	5,56
Янтарь	4,68	4,35	0,27	9,20	4,14	5,22
Всего	3,29	4,47	0,04	10,70	3,22	3,37

Приложение 5 - Характеристика российских сортов риса по высоте колеоптиля, 2013-2015гг.

Сорт	Высота проростка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал	
					-95,000 %	+95,000 %
1	2	3	4	5	6	7
Аметист	3,36	2,36	0,20	7,20	2,96	3,76
Анаит	3,18	3,69	0,25	6,80	2,68	3,68
Атлант	3,42	3,69	0,25	7,40	2,92	3,92
Боярин	4,93	1,39	0,15	7,20	4,63	5,24
Визит	2,42	3,54	0,24	6,40	1,93	2,90
Виола	2,76	2,26	0,19	7,20	2,37	3,15
Виолета	2,31	2,06	0,19	5,70	1,94	2,68
Гагат	2,41	2,80	0,22	7,20	1,98	2,84
Гамма	2,80	3,72	0,25	5,60	2,30	3,30
Гарант	3,77	2,66	0,21	8,10	3,35	4,19
Дальневосточный	3,71	4,15	0,26	9,20	3,19	4,24
Диамант	3,23	1,45	0,16	6,20	2,92	3,54
Дружный	3,86	1,50	0,16	6,80	3,54	4,17
Жемчуг	5,23	2,33	0,20	9,50	4,84	5,63
Ивушка	2,77	3,75	0,25	6,90	2,27	3,27
Касун	2,83	1,86	0,18	6,70	2,48	3,18
Кендзо	4,39	3,64	0,25	8,40	3,90	4,88
Крепыш	3,44	3,82	0,25	7,40	2,93	3,95
Кумир	2,94	3,02	0,22	5,50	2,49	3,39
Кураж	2,95	2,19	0,19	5,80	2,57	3,34
Курчанка	3,26	3,01	0,22	6,20	2,82	3,71
Лидер	2,86	2,18	0,19	7,20	2,47	3,24
Лиман	2,51	2,21	0,19	6,30	2,12	2,89
Мавр	2,74	2,30	0,20	6,20	2,34	3,13

Приложение 5

1	2	3	4	5	6	7
Нарцисс	3,00	1,37	0,15	6,20	2,69	3,30
Новатор	3,43	1,11	0,14	5,80	3,15	3,70
Олимп	3,29	3,33	0,24	7,20	2,82	3,77
Павловский	3,49	4,33	0,27	8,10	2,95	4,03
Победа 65	3,30	2,97	0,22	7,20	2,85	3,74
Привольный 4	2,78	3,29	0,23	6,10	2,31	3,25
Приморский	2,52	1,71	0,17	5,80	2,18	2,85
Рапан St	3,17	3,37	0,24	7,20	2,69	3,64
Регул	4,65	1,21	0,14	6,70	4,37	4,94
Рубин	3,05	1,58	0,16	6,10	2,72	3,37
Рыжик	3,92	2,67	0,21	7,40	3,50	4,34
Серпантин	3,29	2,84	0,22	6,80	2,85	3,73
Снежинка St	3,31	2,18	0,19	6,10	2,93	3,69
Сонет	2,64	2,00	0,18	6,10	2,27	3,01
Спринт	4,61	1,91	0,18	9,50	4,25	4,97
Фаворит	3,36	3,83	0,25	8,90	2,85	3,86
Факел	2,48	1,73	0,17	6,40	2,14	2,82
Флагман St	3,55	2,39	0,20	7,10	3,15	3,95
Фонтан	2,06	1,83	0,17	5,30	1,71	2,41
Хазар	3,56	3,06	0,23	7,20	3,10	4,01
Ханкайский 52	2,94	1,62	0,16	4,60	2,61	3,27
Шарм	3,67	3,06	0,23	7,50	3,21	4,12
Южная ночь	1,95	2,69	0,21	5,20	1,53	2,37
Южный	3,02	2,46	0,20	7,40	2,62	3,43
Юпитер	4,21	0,67	0,11	6,50	4,00	4,42
Янтарь	5,77	1,10	0,14	8,70	5,50	6,04
Всего	3,30	3,08	0,03	9,50	3,24	3,36

Приложение 6 - Характеристика итальянских сортов риса по длине зародышевого корешка, 2013-2015гг.

Сорт	Длина корешка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал	
					-95,000 %	+95,000 %
1	2	3	4	5	6	7
Antares	1,98	1,01	0,13	5,20	1,72	2,24
Apollo	3,83	4,50	0,27	8,30	3,28	4,38
Arboio	3,26	3,83	0,25	8,20	2,75	3,76
Arsenal	3,00	4,58	0,28	10,10	2,44	3,55
Baldo	1,89	3,31	0,23	7,10	1,42	2,35
Carnise	2,19	1,85	0,18	4,80	1,84	2,54
Centauro	2,45	3,14	0,23	7,20	2,00	2,91
Cerere	2,90	3,77	0,25	7,30	2,40	3,40
Crlb-1	2,29	1,71	0,17	5,30	1,95	2,63
Gala	2,21	2,57	0,21	7,20	1,80	2,62
Gallileo	2,19	2,62	0,21	7,20	1,78	2,61
Meve	2,10	1,34	0,15	5,70	1,80	2,40
Musa	1,88	1,09	0,13	4,30	1,61	2,15
Oceano	2,01	1,80	0,17	4,50	1,66	2,35
Oсmanchik	2,46	1,88	0,18	4,80	2,10	2,81
Onice	1,90	1,77	0,17	5,30	1,55	2,24
Orione	2,03	2,42	0,20	7,40	1,62	2,43
Saintandre	2,37	1,47	0,16	4,60	2,05	2,68
Selenium	2,85	3,86	0,25	7,40	2,34	3,36
Thimbonnet	2,72	1,18	0,14	5,20	2,44	3,00
Urano	2,58	2,51	0,20	7,20	2,17	2,99
Vulkano	2,92	2,87	0,22	7,10	2,48	3,36
Рапан St	3,07	4,82	0,28	7,40	2,50	3,64
Всего	2,48	2,81	0,05	10,10	2,39	2,57

Приложение 7 - Характеристика итальянских сортов риса по высоте coleoptilia, 2013-2015гг.

Сорт	Высота проростка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение	Доверительный интервал	
					-95,000 %	+95,000 %
Antares	3,74	2,12	0,19	7,50	3,36	4,11
Apollo	3,53	1,99	0,18	7,10	3,16	3,89
Arboio	4,05	2,64	0,21	8,80	3,63	4,47
Arsenal	3,08	3,32	0,24	7,10	2,60	3,55
Baldo	1,85	1,54	0,16	5,20	1,53	2,17
Carnise	2,27	1,96	0,18	5,40	1,91	2,64
Centauro	2,91	3,48	0,24	8,10	2,42	3,39
Cerere	2,34	1,91	0,18	6,80	1,99	2,70
Crlb-1	2,87	1,51	0,16	5,80	2,55	3,18
Gala	3,06	1,56	0,16	6,50	2,74	3,38
Gallileo	1,95	0,83	0,12	4,60	1,72	2,19
Meve	3,09	11,66	0,44	28,00	2,21	3,97
Musa	2,90	1,65	0,17	6,40	2,57	3,23
Oceano	2,36	1,78	0,17	5,10	2,02	2,71
Ocmanchik	2,81	1,70	0,17	5,20	2,47	3,14
Onice	1,93	1,22	0,14	4,20	1,65	2,22
Orione	2,57	2,98	0,22	8,30	2,13	3,02
Saintandre	2,99	1,16	0,14	5,90	2,71	3,27
Selenium	2,99	1,96	0,18	7,20	2,62	3,35
Thimbonnet	3,41	1,89	0,18	7,10	3,05	3,76
Urano	3,22	3,17	0,23	7,40	2,76	3,68
Vulkano	3,62	2,45	0,20	7,10	3,22	4,02
Раран St	2,71	3,18	0,23	7,20	2,25	3,17
Всего	2,88	2,79	0,04	28,00	2,79	2,97

Приложение 8 - Характеристика китайских сортов риса по высоте coleoptilya, 2013-2015гг.

Название	Высота проростка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Среднее значение, см	
					-95,000 %	+95,000 %
HHZ 10-DT7-Y1	4,69	5,52	0,37	7,90	3,94	5,44
HHZ 11-DT 10-SAL1-SUB1	4,72	5,09	0,36	7,60	3,99	5,44
HHZ 11-Y6-Y2-SUB1	1,80	2,12	0,23	5,40	1,33	2,26
HHZ 12-Y4-DT1-Y2	2,16	1,51	0,19	4,90	1,77	2,55
HHZ 12-Y4-DT1-Y3	2,24	2,28	0,24	5,90	1,76	2,72
HHZ 12-Y4-Y1-DT1	3,03	3,60	0,30	7,20	2,43	3,64
HHZ 14-DT 12-LI1-LI1	2,66	2,04	0,23	6,10	2,20	3,11
HHZ 14-SAL 10-DT1-DT1	2,60	2,29	0,24	5,60	2,12	3,09
HHZ 14 SAL 13-LI2-DT1	2,36	1,94	0,22	5,10	1,91	2,80
HHZ 14-Y7-Y1-DT2	2,39	1,90	0,22	5,20	1,95	2,83
HHZ 15-DT4-DT1-Y1	2,01	1,88	0,22	4,50	1,57	2,45
HHZ 15-DT7-SAL4-SAL1	2,56	1,65	0,20	5,20	2,15	2,97
HHZ 17-DT6-Y1-DT1	0,31	0,41	0,10	2,40	0,10	0,51
HHZ 17-Y16-Y3-SAL3	0,70	1,17	0,17	3,10	0,35	1,04
HHZ 17-Y16-Y3-Y1	1,97	0,99	0,16	3,60	1,65	2,29
HHZ 17-Y16-Y3-Y2	1,81	1,04	0,16	3,60	1,48	2,13
HHZ 3-DT5-Y1-Y1	2,67	1,34	0,18	5,20	2,30	3,04
HHZ 5 DT 8-DT 1-Y1	2,95	1,98	0,22	5,60	2,50	3,39
HHZ 5-DT20-DT3-Y2	2,91	2,76	0,26	7,20	2,38	3,44
HHZ 5 -SAL 10-DT 1-DT 1	2,55	1,74	0,21	5,60	2,13	2,97
HHZ 5-SAL 14-SAL2-Y1	3,44	2,06	0,23	6,30	2,98	3,90
HHZ 6-SAL 16-LI1-LI1	2,34	1,43	0,19	5,10	1,95	2,72
HUA 564	1,70	2,91	0,27	6,60	1,15	2,24
HUA 565	1,60	1,65	0,20	5,40	1,19	2,01
IR 84678-25-5-B	1,64	1,78	0,21	5,20	1,21	2,06
TME80518	0,65	0,84	0,15	3,20	0,35	0,94
ZHONGHUA 1	1,87	2,09	0,23	5,60	1,41	2,33
IRRI 119	3,16	3,86	0,31	6,40	2,53	3,79
IR 64	2,19	3,01	0,27	5,30	1,64	2,75
IRRI 123	3,51	3,93	0,31	7,80	2,87	4,14
HHZ 5-DT9-Y1-Y1	2,30	0,92	0,15	4,20	2,00	2,61
HHZ 2-Y3-Y21-Y1	2,41	1,38	0,19	5,10	2,04	2,79
HHZ 8-DT 10-SAL3-SUB1	2,77	3,37	0,29	6,10	2,19	3,36
HHZ 9-SAL9-Y3-SUB 1	2,68	2,00	0,22	6,10	2,23	3,13
HHZ 10-SAL3-LI1-LI1	4,88	1,55	0,20	7,40	4,48	5,28
Флагман St	5,07	1,98	0,22	7,40	4,62	5,52
Снежинка St	5,76	2,07	0,23	7,80	5,29	6,22
Всего	2,62	3,50	0,05	7,90	2,53	2,72

Приложение 9 - Характеристика китайских сортов риса по длине зародышевого корешка, 2013-2015гг.

Название	Длина корешка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Среднее значение, см	
					-95,000 %	+95,000 %
1	2	3	4	5	6	7
HHZ 10-DT7-Y1	4,03	5,11	0,36	7,20	3,31	4,75
HHZ 11-DT 10-SAL1-SUB1	2,97	2,59	0,25	5,90	2,46	3,48
HHZ 11-Y6-Y2-SUB1	3,21	3,58	0,30	6,60	2,61	3,82
HHZ 12-Y4-DT1-Y2	2,90	2,32	0,24	5,90	2,41	3,38
HHZ 12-Y4-DT1-Y3	3,15	2,61	0,26	6,70	2,64	3,67
HHZ 12-Y4-Y1-DT1	3,09	2,91	0,27	6,80	2,54	3,64
HHZ 14-DT 12-LI1-LI1	3,72	2,24	0,24	7,20	3,24	4,20
HHZ 14-SAL 10-DT1-DT1	3,44	2,56	0,25	6,30	2,92	3,95
HHZ 14 SAL 13-LI2-DT1	3,24	2,59	0,25	6,30	2,72	3,75
HHZ 14-Y7-Y1-DT2	4,08	3,71	0,30	7,30	3,46	4,69
HHZ 15-DT4-DT1-Y1	2,96	3,41	0,29	5,90	2,37	3,55
HHZ 15-DT7-SAL4-SAL1	2,00	1,33	0,18	4,80	1,63	2,37
HHZ 17-DT6-Y1-DT1	0,28	0,39	0,10	2,70	0,07	0,48
HHZ 17-Y16-Y3-SAL3	0,42	0,44	0,11	1,90	0,21	0,64
HHZ 17-Y16-Y3-Y1	1,53	0,70	0,13	3,10	1,26	1,80
HHZ 17-Y16-Y3-Y2	1,39	0,74	0,14	2,90	1,11	1,67
HHZ 3-DT5-Y1-Y1	2,36	1,87	0,22	7,40	1,92	2,80
HHZ 5 DT 8-DT 1-Y1	2,48	2,34	0,24	7,70	1,99	2,97
HHZ 5-DT20-DT3-Y2	2,52	2,52	0,25	7,40	2,02	3,03
HHZ 5 -SAL 10-DT 1-DT 1	2,00	1,36	0,18	4,80	1,63	2,38
HHZ 5-SAL 14-SAL2-Y1	2,45	1,70	0,21	5,90	2,03	2,87
HHZ 6-SAL 16-LI1-LI1	2,80	1,84	0,21	5,70	2,37	3,24
HUA 564	2,29	5,03	0,35	7,20	1,57	3,00
HUA 565	2,29	3,06	0,28	6,90	1,73	2,84

## Приложение 9

1	2	3	4	5	6	7
IR 84678-25-5-B	2,22	3,14	0,28	6,30	1,65	2,78
TME80518	1,01	2,25	0,24	4,80	0,53	1,49
ZHONGHUA 1	2,64	3,39	0,29	7,20	2,05	3,23
IRRI 119	4,38	6,32	0,40	8,10	3,58	5,18
IR 64	2,95	4,96	0,35	6,90	2,24	3,66
IRRI 123	4,55	4,59	0,34	8,10	3,86	5,23
HHZ 5-DT9-Y1-Y1	1,88	1,02	0,16	5,80	1,55	2,20
HHZ 2-Y3-Y21-Y1	2,03	1,28	0,18	4,70	1,67	2,39
HHZ 8-DT 10-SAL3-SUB1	3,42	3,21	0,28	6,40	2,84	3,99
HHZ 9-SAL9-Y3-SUB 1	3,44	2,55	0,25	7,40	2,93	3,95
HHZ 10-SAL3-LI1-LI1	2,78	1,25	0,18	6,90	2,42	3,13
Флагман St	6,57	2,64	0,26	8,90	6,05	7,09
Снежинка St	6,68	2,31	0,24	8,90	6,19	7,17
Всего	2,87	4,24	0,05	8,90	2,76	2,97

Приложение 10 – Характеристика российских образцов риса по высоте растений в КСИ, 2014 г.

Название	Длина корешка, см				
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Среднее значение, см	
				-95,000 %	+95,000 %
1	2	3	4	5	6
Снежинка st	18,52	3,69	0,95	16,48	20,56
Г-172	17,73	3,59	1,46	13,97	21,50
Курчанка*А/126210	20,37	1,10	0,64	17,63	23,10
Д-12-6	14,47	1,63	0,66	12,76	16,18
1111-8 д 30	16,23	1,34	0,78	12,90	19,57
К-204-07	15,26	1,84	0,53	14,09	16,43
Г-100-0-0	16,73	1,67	0,68	14,99	18,48
К 15 д 2	19,43	0,67	0,38	17,78	21,09
Рапан St	17,62	0,66	0,27	16,92	18,31
1111-08	18,57	0,76	0,44	16,69	20,45
Г-172-0-4	18,40	1,25	0,72	15,29	21,51
Сп-420*Хазар	17,57	0,64	0,37	15,97	19,16
К 19 д 2	16,13	0,76	0,44	14,24	18,03
Флагман St	14,70	0,71	0,18	14,31	15,09
К10 д1	16,40	0,75	0,44	14,52	18,28
К-569-09	15,20	0,30	0,17	14,45	15,95
К-576-09	17,10	0,75	0,44	15,22	18,98
К 21 д 1	16,33	2,24	0,91	13,99	18,68
К26 д3	14,60	0,61	0,35	13,09	16,11
К 3 д 3	15,80	0,56	0,32	14,42	17,18
К 6 д 3	16,12	1,72	0,70	14,31	17,93
Д-15-1	14,78	1,27	0,52	13,46	16,11
Г-172-0-2	14,30	0,69	0,40	12,58	16,02
К 10 д 1	16,07	0,32	0,19	15,27	16,87

## Приложение 10

1	2	3	4	5	6
К 26 д 2	14,67	0,45	0,26	13,55	15,79
К 14 д 2	14,93	0,65	0,38	13,32	16,55
К 24 д 2	17,47	0,67	0,38	15,81	19,12
К 14 д 1	16,57	0,42	0,24	15,53	17,60
К 16 д 1	14,00	0,89	0,51	11,79	16,21
К 14 д 3	14,87	0,67	0,38	13,21	16,52
К 26 д 3	17,03	0,57	0,33	15,62	18,45
К 25 д 1	14,60	1,18	0,68	11,67	17,53
К 18 д 3	15,37	0,53	0,22	14,81	15,92
К 19 д 1	14,37	0,70	0,41	12,62	16,11
К 5787-09	18,07	0,15	0,09	17,69	18,45
К 6 д 2	15,57	0,64	0,37	13,99	17,14
К 45	13,93	0,25	0,15	13,31	14,56
Г-52	15,27	0,60	0,35	13,77	16,76
Г-75-5	16,07	0,15	0,09	15,69	16,45
Д 25-2	14,47	1,12	0,64	11,70	17,24
Крепыш	16,80	0,46	0,26	15,66	17,94
Г-54	14,57	0,61	0,35	13,05	16,08
Д-14-3	18,60	0,52	0,30	17,31	19,89
Д -7-4	17,60	0,75	0,44	15,72	19,48
Г-57	13,53	0,15	0,09	13,15	13,91
Г-56	15,07	0,32	0,19	14,27	15,87
Г-16	17,00	0,71	0,29	16,25	17,75
К-427-09	17,97	0,76	0,44	16,09	19,85
Г-64-01	13,50	1,22	0,70	10,48	16,52
К-279-07	13,27	0,51	0,30	11,99	14,54
К-1176-11	17,23	0,91	0,52	14,98	19,49
К-347-09	13,87	0,55	0,32	12,50	15,23

## Приложение 10

1	2	3	4	5	6
Г-61-0-0	12,23	0,85	0,49	10,12	14,35
К-227-09	16,17	0,31	0,18	15,41	16,93
А/136262*Мая лин 4	17,17	0,91	0,52	14,91	19,42
СN-8	18,83	0,60	0,35	17,34	20,33
К-854-09	10,70	0,44	0,25	9,62	11,78
К-208-07	15,60	0,75	0,44	13,72	17,48
СN-9	16,10	0,36	0,21	15,20	17,00
К-308	17,27	0,68	0,39	15,58	18,96
СП-420	16,50	0,66	0,38	14,87	18,13
К-934-10	15,43	0,61	0,35	13,92	16,95
К-578-09	15,87	0,35	0,20	14,99	16,74

Приложение 11 – Характеристика российских образцов риса по высоте растений в СП, 2015 г.

Название	Длина корешка, см				
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Среднее значение, см	
				-95,000 %	+95,000 %
1	2	3	4	5	6
Рыжик	23,91	1,42	0,34	23,20	24,62
Гагат	20,62	1,13	0,46	19,43	21,80
Г-275 Факел*Янтарь	24,90	1,22	0,70	21,88	27,92
к-1118-10=BLV-10031 SP 3321-11	21,00	1,50	0,87	17,27	24,73
Ariete*Курчанка	23,15	0,85	0,35	22,26	24,04
Baldo*Изумруд	23,17	1,04	0,60	20,58	25,75
(Лиман*Хазар)*(ВНИИР1529*6 5с)	21,83	1,89	1,09	17,13	26,54
Diansa 40*(Майя*ВНИИР1529)	26,50	1,38	0,56	25,05	27,95
(ВНИИР10199*ВНИИР10132 лин 4)* *Флагман	25,47	0,76	0,44	23,59	27,35
Мароберикан*Анаит	27,92	1,43	0,58	26,42	29,42
CN-9	24,83	1,76	0,72	22,99	26,68

Приложение 12 – Корреляционная связь высоты сортообразца от темпов роста coleoptilya

	Столбец 1	Столбец 2
Столбец 1	1	
Столбец 2	0,026409	1
Столбец 1	1	
Столбец 2	-0,03292	1